E 1445

MINE PETROL GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUCUREŞTI - ROMÂNIA • Vol. 32, aprilie 1981

4

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

REALIZEAZĂ PENTRU BENEFICIARII DIN RAMURA EXTRACTIVĂ O GAMĂ VARIATĂ DE LUCRĂRI, PRIN :

informatică

● Organizează şi efectuează cercetări, proiectează şi implementează sisteme informatice de conducere în unităţile miniere, petroliere şi geologice, urmărind realizarea sistemului informatic de ramură ● Elaborează modele matematice, proiecte şi pachete de programe general valabile pentru ramura industriei extractive ● In colaborare cu institutele de profil elaborează programe pentru optimizarea cu ajutorul calculatorului a invenţiilor, prognoze şi calcule tehnico - ştiinţifice ● Acordă asistenţă tehnică la implementarea, la alte centre de calcul, a sistemelor de programe proprii ● Adaptează şi tipizează pentru unităţi miniere, petroliere şi geologice sisteme de programe elaborate de alte unităţi de informatică ● Instruieşte beneficiarii în utilizarea eficientă a sistemelor proiectate şi implementate ● ● Execută prelucrări de date pe echipamentele electronice din dotare, atît cu sisteme proprii de programare, cît şi cu cele ale beneficiarilor

activitatea de industrie

● Garnituri de etanşare pentru instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaze, agregate de cimentare, maşini speciale şi de transport ● Capace de protecţie pentru magneţi de instrumentaţie ● Garnituri de etanşare pentru complexul de abataj ● Tesături cauciucate pentru diverse izolaţii şi confecţii de garnituri de etanşare.

lucrări auxiliare

● Machete pentru activitatea industriei extractive ● Prospecte şi pliante în culori pentru popularizarea produselor ● Editează, la cerere, buletine cu caracter tehnic de specialitate, cataloage comerciale şi de preţuri în limba română şi în limbi străine, afişe, planuri tematice de invenţii-inovaţii pentru ramura extractivă, calendare de perete, agende de birou ●
● Diverse

CCLA

ADRESA :
Str. Biserica Amzei nr. 23, Sectorul 1
Telefon : 59.70.60
BUCUREŞTI - ROMÂNIA

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

Nr. 4 1981

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CUPRINS

Enache, Gh. **Consideraţii privind perspectivele creşterii rezervelor de lignit din Oltenia** 162

Jijie, P. **Principii de alegere a tipului constructiv-funcţional de complexe mecanizate de abataj pentru exploatarea lignitului** . . . 170

Lupşoiu Marcela **Utilizarea izotopilor radioactivi în cercetări hidrogeologice pentru ligniţii din Oltenia.** . 172

Păsărin, C. **Rezultatele cercetărilor în domeniul stabilităţii taluzurilor „in situ" şi de haldă în carierele din Oltenia** 174

Constantinescu, I. şi Darabont, Al. **Dispozitive antivibratorii din poliuretan dur utilizate la maşini miniere** 183

Cindea, Al. şi Drule Liana **Alegerea sistemelor de desprăfuire pentru epurarea gazelor tehnologice şi de ventilaţie din metalurgia neferoasă** 189

Ana, I., Orosz, M. şi Popescu, F. **Aditivi şi fluide pentru degajarea garniturilor de foraj prin „lipire diferenţială"** 192

Matei, I., Băltăreţu Florica şi Jurca, L. **Încălzirea aerului pe căile principale de intrare în subteran la minele din zonele cu temperaturi scăzute** 200

Paraschiv, D. **Spre o nouă concepţie asupra evoluţiei Platformei moesice** 207

Recenzii

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRĂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.332 :553.042

E n a c h e, G h. *Consideraţii privind perspectivele creşterii rezervelor de lignit din Oltenia*

Autorul prezintă o sinteză a cunoştinţelor despre existenţa lignitului pe teritoriul Olteniei bazată pe corelarea datelor existente şi a observaţiilor proprii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332 :622.273.15

J i j i e, P. *Principii de alegere a tipului constructiv-funcţional de complexe mecanizate de abataj pentru exploatarea lignitului*

Autorul analizează fenomenele particulare ale zăcămintelor de lignit, fenomene care au influenţă hotărîtoare asupra regimului de presiune, implicit asupra modului de funcţionare în exploatare a diferitelor subansamble componente ale complexelor mecanizate de abataj.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332 :65.011.2

L u p ş o i u M a r c e l a *Utilizarea izotopilor radioactivi în cercetări hidrogeologice pentru ligniţii din Oltenia*

Se prezintă cercetările efectuate cu trasori radioactivi, cercetări care au scos în evidenţă pătrunderea apelor subterane din orizonturi situate la 25—30 m deasupra stratelor de cărbune, în unele abataje din bazinul Motru, şi au fundamentat necesitatea asecării prealabile.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.271.3 :624.13 :622.692.25

P ă s ă r î n, C. *Rezultatele cercetărilor în domeniul stabilităţii taluzurilor „in situ" şi de haldă la carierele din Oltenia*

Se prezintă o sinteză a cercetărilor efectuate pentru determinarea condiţiilor de stabilitate a taluzurilor la carierele de lignit din Oltenia, în urma cărora a reieşit necesitatea perfecţionării metodelor prin calcul variaţional, îmbunătăţirea aparaturii şi perfecţionarea tehnologiilor de lucru în cariere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.232 :622.23.05

C o n s t a n t i n e s c u, I. şi D a r a b o n t, A l. *Dispozitive antivibratorii din poliuretan dur utilizate la maşini miniere*

În lucrare se prezintă metodologia de calcul a unor dispozitive antivibratorii realizate din poliuretan dur (rondele, articulaţii cilindrice şi conice, role şi amortizoare sferice) care ajută la proiectarea corespunzătoare a utilajelor miniere, funcţionînd în condiţii dificile de mediu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.807 :669.2/8

C i n d e a, Al. şi D r u l e L i a n a *Alegerea sistemelor de desprăfuire pentru epurarea gazelor tehnologice şi de ventilaţie din metalurgia neferoasă*

Se prezintă metode de determinare a unor noi caracteristici fizico-chimice ale gazelor şi prafului metalurgic, pe baza cărora se alege sistemul de epurare cel mai corespunzător. Se prezintă exemple de rezultate pentru noile determinări pe baza cărora se fac aprecieri cu privire la eficacitatea diferitelor utilaje de epurare folosite în prezent.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.24.051 :622.243.54

A n a, I., O r o s z, M. şi P o p e s c u, F. *Aditivi şi fluide pentru degajarea garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială"*

Se prezintă mecanismul de „lipire diferenţială", modul de recunoaştere al acesteia, stratele care favorizează procesul de prindere, precum şi procedeele utilizate pe plan mondial şi experimentate în ţară, în scopul obţinerii aditivului de degajare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.413.3 :622.272

M a t e i, I., B ă l t ă r e ţ u F l o r i c a şi J u r c a, L. *Încălzirea aerului pe căile principale de intrare în subteran la minele din zonele cu temperaturi scăzute*

Autorii evidenţiază şi analizează elementele necesare stabilirii parametrilor şi metodologiei de proiectare a mijloacelor de încălzire a aerului ţinînd seama de varietatea condiţiilor tehnico-miniere specifice minelor noastre, precum şi a criteriilor care stau la baza aprecierii oportunităţii aplicării încălzirii artificiale a aerului, în raport cu aceste condiţii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 551.24 :551.25

P a r a s c h i v, D. *Spre o nouă concepţie asupra evoluţiei Platformei moesice*

Autorul ridică problema existenţei în Platforma moesică a unei importante fracturi adînci, orientată est-vest, fractură care pune în contact tectonic două compartimente, între care s-au realizat raporturi de încălecare. Tabloul geodinamic prezentat se referă la intervalul de timp corespunzător permianului şi triasicului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

Recenzii

Informaţii

CONTENTS

C.Z. 622.332 553.042

Enache, Gh. *Some considerations regarding the outlooks for the increase of lignite reserves from Oltenia*

The author presents a synthesis of the knowledges about the existence of the lignite on the territory of Oltenia based on the correlation of the available data and author's own observations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332 :622.273.15

Jijie, P. *Principles in selecting minnig aggregate for working lignite deposits*

The author analyses the characteristic phenomena of lignite deposits which could be decisive for the pressure regime and implicitly on the operation manner of different components of the mining aggregate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332.65.011.2

Lupşoiu Marcela *Use of radioactive isotopes in hydrogeologic investigations for lignite exploitation in Oltenia*

The investigations carried out with isotope tracers to find the origine of water inflows into some faces of Motru coal basin are presented. The results helped to establish underground drainage actions with preliminary works.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.275.3 :624.13 :622.693.25

Păsărin, C. *Research data in establishing in situ and waste heap slopes at Oltenia open-pits*

A synthesis is presented on the research works carried out in determining the stability conditions of the slopes into the lignite open-pits from Oltenia. As a result the necessity appears to improve the calculation methods with the help of the variational theory, new apparata and technologies into open-pit area.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.232 :622.23.05

Constantinescu, I. and Darabont, Al. *Hard polyurethane anti-vibrating devices used in mining equipment*

In the article is presented a calculation methodology of some anti-vibrating devices carried out from hard polyurethane (washers, cilindrical and conical joints, rollers and spherical dampers) useful for the design of mining equipment operating in difficult conditions.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

CZ. 622.807 :669.2/8

Cindea, Al. and Drule Liana *Choice of dust supression systems for cleaning technological and exhausted gases in non-ferrous metallurgy*

Methods for determining some new physical and chemical characteristics of the metallurgical gases and dust useful for the choice of the most suitable cleaning system are presented. Data examples for the new determinations regarding the efficiency of different types of cleaning equipment used to-day are given.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.24 : 051.622.243.654

Ana, I., Orosz, M. and Popescu, F. *Aditives and fluids to make free the drill strings catched by „differential sticking"*

The mechanism of the „differential sticking" phenomenon, manner for its recognition, the strata involved in the catchment process as well the world wide and the inland proved methods in realizing the free making aditive are shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.413.3 :622.272

Matei, I., Băltăreţu Florica and Jurca, L. *The heating of the air entering the main ways of the mines with low temperature zones*

The authors make obvious and discuss the necessary elements to establish the parameters and the methodology for the design of the heating means of the air taking into account the variety of the specific mining conditions as well the criteria for the estimation of the opportunity to apply the artificial heating of the air.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 551.24 :551.25

Paraschiv, D. *Towards a new conception on the evolution of the Moesic Platform*

The author raises the problem of an important deep fracture into the Moesic Platform, with Est-West orientation, determining a tectonic contact of two compartments with reverse-fault relations. The geodynamic picture corresponds to Permian and Triasic ages.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

Review

Information

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.332 :553.042

Энаке, Г. *Соображения о перспективах увеличения запасов лигнитных месторождений бассейна Олтении*

Автор представляет обзор данных о существовании лигнитных месторождений на территории Олтении, основанный на взаимоувязку между имеющимися данными и собственными наблюдениями.

Ключевые слова перспективы, запасы, лигнитные месторождения, Олтения, Румыния.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332 :622.273.15

Жижие, П. *Принципы подбора конструктивно-функционального типа очистного механизированного комплекса для разработки лигнитных месторождений*

Автор рассматривает частные явления лигнитных месторождений, которые имеют решительное влияние на режим проявления давлений, в т.ч. на поведение в процессе эксплуатации отдельных узлов очистных механизированных комплексов.

Ключевые слова подбор, механизированные комплексы, лигнит, режим давлений.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332.65.011.2

Лупшою Марчела *Применение радиоактивных изотопов при исследовании гидрогеологических условий лигнитных месторождений Олтении*

Описываются исследования, проведенные с помощью радиоактивных разметчиков, в результате которых было обнаружено проникновение подземных вод из залегающих на 25—30 м над угольными пластами горизонтов, в некоторые очистные забои шахт бассейна Мотру и было принято решение о необходимости предварительного осушения.

Ключевые слова радиоактивные изотопы, гидрогеологические исследования, лигнитные месторождения, предварительное осушение, Олтения, Румыния.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.271.3 :624.13 :622.693.25

Пэсэрин, К. *Результаты исследований, проведенных по вопросам устойчивости* «in situ» *и отвальных откосов карьеров Олтении*

Представлен обзор исследований, проведенных в целях установления условий устойчивости откосов лигнитных карьеров Олтении, в результате которых обоснована необходимость усовершенствования методов расчета, аппаратуры и технологий работ на карьерах

Ключевые слова устойчивость, карьерные откосы, лигнит, Олтения, методы, аппаратура, технологии.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.232 :622.23.05

Константинеску, И. и Дарабонт, Ал. *Противовибрационные устройства из твердого полиуретана, применяемые для горных машин*

В работе представлена методика расчета некоторых противовибрационных устройств из твердого полиуретана (круглые пластинки, цилиндрические и конические шарнирные соединения, сферические ролики и пружины), способствующая надлежащему проектированию горного оборудования для работы в трудных условиях.

Ключевые слова противовибрационные устройства, твердый полиуретан, горные машины, сложные условия работы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.807 :669.2/8

Кындя, Ал. и Друле Лиана *Выбор обеспыливающих систем для очистки технологических и вентиляционных газов в цветной металлургии*

Представлены методы определения некоторых физико-химических характеристик металлургических газов и пыли, на основе которых выбирается наиболее подходящая система очистки. Приведены примеры результатов новых определений, на основе которых оценивается эффективность применяемого в настоящее время оборудования для очистки.

Ключевые слова обеспыливающие системы, очистка газов, физико-химические характеристики, эффективность, цветная металлургия.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.24 :051 :622.243.54

Ана, И., Орос, М. и Попеску, Ф. *Присадки и растворы для освобождения бурильных колон, захваченных в результате «дифференциальной припайки»*

Представлены механизм «дифференциальной припайки», способ ее обнаружения, пласты способствующие процессу захвата, а также способы, применяемые за рубежом и испытанные в Румынии—в целях получения присадок освобождения колоны.

Ключевые слова присадки, растворы, бурильные колоны, «дифференциальная припайка», выточка.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.413.3 :622.272

Матей, И., Бэлтэрецу Флорика и Журка, Л. *Подогрев воздуха в главных подземных выработках подачи воздуха на шахтах с температурами*

Авторы выделяют и рассмотривают элементы, необходимые для установления параметров и методики проектирования средств подогрева подземного воздуха, с учетом всевозможных горно-технических условий, специфических румынским шахтам, а также критерии на которых основана оценка целесообразности применения искусственного подогрева воздуха в зависимости от этих условий.

Ключевые слова подогрев, шахтный воздух, различные горнотехнические условия, Румыния.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 551.24 551.25

Параскив, Д. *К новой концепции о развитии Мзинской платформы*

Автор выдвигает вопрос наличия в Мзинской платформе глубинного тектонического нарушения, направленное с востока на запад и которое осуществляет тектонический контакт между двумя зонами надвига. Представленная геодинамическая картина относится к периоду времени, соответствующему пермской и триасовой эпохам.

Ключевые слова развитие, Мзинская платформа, тектоническое нарушение, надвиг, триас.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 198

Рецензии

Информации

SOMMAIRE

C.Z. 622.332 :553.042

Enache, Gh. *Considérations sur les perspectives de l'augmentation des réserves de lignite en Oltenia*

Basé sur la corrélation des données actuelles et des observations propres, l'auteur présente une synthèse sur les connaissances de l'existence du lignite sur le territoire de Oltenia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332 :622.273.15

Jijie, P. *Principes du choix des types des complexes d'abbatage pour l'exploitation du lignite en souterrain*

L'auteur analyse les phénomènes particuliers des gisements de lignite manifestant une influence déterminante sur le régime de pression y compris le mode de travail en exploitation des divers parties des complexes d'abbatage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332.65.011.2

Lupşoiu Marcela *L'application des isotopes radioactifs dans les investigations hydrogéologiques pour les gisements de lignite de Oltenia*

Sont présentés les travaux de recherche éffectués avec des indicateurs radioactifs qui ont mis en évidence la pénétration des eaux souterrains d'une hauteur de 25—30 m au-dessus des couches de charbon dans quelques chantiers du bassin Motru qui on démontrés la necessité d'une préalable drainage des eaux.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.271.3 :624.13 :622.693.25

Păsărin, C. *Les résultats des recherches dans le domaine de la stabilité des talus in situ et en halde des carrières de Oltenia*

Est présentée une synthèse sur les travaux de recherche éffectués pour déterminer les conditions de stabilité des talus des carrières de lignite de Oltenia. Les conclusions ont montré la necessité de perfectionner les méthodes de calculation en ajoutant la théorie variationelle, l'amélioration des appareils et des technologies dans les carrières.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.232 :622.23.05

Constantinescu, I. et Darabont, Al. *Dispositifs antivibration de polyuretaine dur pour les machines minières*

Dans l'article est présentée une méthodologie de calculation de quelques dispositifs antivibration réalisés de polyuretaine dur (rondelles, articulations cylindriques et coniques, galets et amortiseurs spheriques) qui apporte une contribution positive à l'accomplissement correct des projets des outillages miniers destinés aux conditions difficiles d'exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.807 :669.2/8

Cindea, Al. et Drule Liana *La sélection des systèmes pour l'abattement des poussières à l'épuration des gaz technologiques et de ventillation dans la métallurgie nonferreuse*

Sont présentées des méthodes de détermination de quelques nouvelles caractéristiques physiques et chimiques des gaz et de la poussière métallurgique qui forment une base pour choisir le plus convenable système d'épuration. Sont présentés des exemples de résultats obtenus avec les nouvelles déterminations à l'aide des quelles on fait des appreciations sur l'éfficacité des divers installations d'épuration utilisées à présent.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.24 : 051 :622.243.54

Ana, I., Orosz, M. et Popescu, F. *Additifs et fluides pour le dégagement du train des tiges de forage bloqué par „collage différentiel"*

Est présenté le méchanisme de „collage differentiel", le mode de son reconnaissance, les couches qui favorisent le phenomène de bloquage ainsi que les procédés d'utilisation sur le plan mondial et ceux expérimentés dans notre pays pour obtenir l'additif de dégagement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.413.3 : 622.272

Matei, I., Băltăreţu Florica et Jurca, L. *Le chauffage du l'air sur les voies principalles d'accès souterrain dans les mines avec des températures basses*

Les auteurs mettent en évidence et analysent les éléments necessaires pour établir les paramètres et la méthodologie d'accomplissement des projets pour les moyens de chauffage du l'air compte tennu de la variété de conditions techniques-miniers spécifiques pour les mines de notre pays, ainsi que les critères qui se trouvent à la base d'appréciation de l'opportunité de l'application du chauffage artificiel de l'air en fonction de ces conditions.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 551.24 :551.25

Paraschiv, D. *Vers une nouvelle conception sur l'évolution de la Plateforme Moesique*

L'auteur pose le problème de l'existence dans la Plateforme Moesique d'une importante fracture profonde, orientée est-ouest, fracture qui fait le contact tectonique entre deux compartiments, entre quels sont réalisés de rapports de charriage. Le tableau géodynamique présenté se réfère à l'interval du temps qui correspond au permien et au triasique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

Informations

INHALT

C.Z. 622.332 :553.042

Enache, Gh. *Die Betrachtungen über die Perspektiven für die Steigerung der Lignit-Vorräte in Oltenia*

Aufgrund der Korrelation der vorrätigen Ergebnissen und eigene Beobachtungen, der Verfasser legt eine Synthese über die Kentnissen der Existenz des Lignites über dem Oltenia Gebiet dar.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332 :622.273.15

Jijie, P. *Die Auswahlprinzipen der vollmechanisierte Strebausrüstung für die Lignitgewinnung*

Der Verfasser analysiert die spezifische Phänomene der Lignitlagerstätten welche eine entscheidende Einfluss haben über die Gebirgsdruckverhältnisse und implizit über die Betriebsverhältnisse der verschiedenen Komponenten der vollmechanisierte Strebausrüstung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.332.65.011.2

Lupşoiu Marcela *Die Gebrauch der radioaktiven Isotopen in hydrogeologische Forschungen für Lignitlagerstätten in Oltenia*

Die Forschungen ausgeführt mit radioaktive Indikatoren haben entdeckt dass der hangender wasserführender Horizont um eine Höhe von 25—30 m über die Kohlenflöze hingestellt ist und eine präliminare Entwässerung ist notwendig.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.271.3 :624.13 :622.693.25

Păsărin, C. *Die Forschungsergebnissen im Gebiet der Standfestigkeit der in situ und in Kippe Böschungen nach der Tagebauen von Oltenia*

Eine Synthese ist dargestellt welche die Notwendigkeit für die Verbesserung der Bewertungsverfahren mit Hilfe der Variationsrechnung, bessere Apparaturen und Technologien in der Tagebauen hat hervorgehoben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.232 :622.23.05

Constantinescu, I. und Darabont, Al. *Antivibrationsvorrichtungen von hart Polyurethan für Bergbaumaschinen*

Im Artikel es wird die Rechnungsmethodologie einiger Vorrichtungen von hart Polyurethan (Scheiben, zylindrige und kegelartige Gelenke, Rollen und kugelartige Dämpfern) gegeben welche für die entsprechende Entwerfung der Bergbaumaschinen erzeugt für schwere Bergbauverhältnisse ist empfohlen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.807 :669.2/8

Cindea, Al. und Drule Liana *Die Auswahlung der Staubniederschlagungssysteme für die Gasreinigung in der Ne-Metallurgie*

Bestimmungsverfahren einiger neuen physikalische und chemische Eigenschaften der metallurgischen Gase und Staub sind dargestellt auf deren Grund die beste Reinigungsverfahren sind gewahlen. Beispiele mit die Ergebnissen der neuen Bestimmungen sind gegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.24 :051.622.243.54

Ana, I., Orosz, M. und Popescu, P. *Zusätze und Flüssigkeiten für die Loslösung der Bohrstänge blockiert durch „differenziele Kleben"*

Der „differenziele Kleben" Mechanismus, ihre Erkentnissweise, die Gesteineschichten welche begünstigen das Blockierungsprozess wie also die am Welt Ebene gebrauchte und die inländisch experimentierte Verfahren für die Erhaltung den Loslösungszusatz sind vorgelegt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 622.413.3 : 622.272

Matei, I., Bălţăreţu Florica und Jurca, L. *Luftheizung auf der hauptsächliche Eingangswege in der Gruben mit niedrige Temperaturen*

Die Verfassern hervorheben und analysieren die notwendige Elemente für die Bestimmung der Parametern und der Entwerfungsmethodologie der Luftheizungsmitteln hinsichtlich die Verschiedenheit der technisch-bergmännische Verhältnisse spezifische für unsere Gruben wie also der Kriterien für die Anwendung der kunstlichen Luftheizung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

C.Z. 551.24 :55.1.25

Paraschiv, D. *Zu einer neue Konzeption über die Evolution der Moesische Plattform*

Der Verfasser werft die Frage über die Existenz in der Moesische Plattform einer wichtigen tiefen Zerklüftung, mit eine Ost-West Orientierung, auf. Diese Zerklüftung nimmt in eine tektonische Kontakt zwei Kompartimente mit Überschiebungverhältnisse. Das geodynamische Bild in Perm und Trias ist lokalisiert.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 4, 1981

Nachrichten

Considerații privind perspectivele creșterii rezervelor de lignit din Oltenia*

Geol. **Gh. Enache**
geolog șef
Combinatul minier Oltenia

I. Introducere

Zăcămintele de lignit cunoscute pînă în prezent în Oltenia sînt localizate în partea superioară a pliocenului, în dacian și romanian. Pliocenul superior ocupă la vest de Olt o suprafață de circa 20 000 km², în timp ce suprafața totală a perimetrelor explorate pînă în prezent nu depășește 2 000 km², reprezentînd deci 10 % din aceasta. Este necesar deci, ca într-un timp relativ scurt, să se obțină o cunoaștere generală a potențialului întregului bazin al Olteniei, urmînd ca cercetarea geologică să fie apoi concentrată, cu prioritate, spre zonele cele mai promițătoare.

Din nevoia de a aprecia perspectivele pentru lignit ale întregii regiuni situate la vest de Olt și de a orienta explorările, am încercat în perioada 1969—1974 corelarea și sintetizarea tuturor datelor oferite de hărțile geologice existente, de forajele (executate în diferite scopuri) care au traversat partea superioară a pliocenului și de observațiile proprii în foraje de prospecțiune și explorare și în deschideri naturale din diferite părți ale Olteniei.

Prima interpretare de sinteză a fost prezentată în 1976 la simpozionul „Creșterea potențialului de lignit și materii prime minerale din Oltenia" organizat de I.C.I.T.P.M.L. la Craiova.

În prezent, cînd cercetările geologice pentru lignit trebuie să ia un nou avînt, în vederea asigurării bazei proprii de materii prime energetice, considerăm utilă prezentarea acestei interpretări — actualizată pe baza datelor noi obținute între timp de cercetarea geologică — cu speranța că ea va folosi pentru orientarea cercetărilor în curs și a celor viitoare.

II. Stadiul actual al cercetării geologice pentru lignit

Suprafața ocupată de pliocenul superior și de cuaternar în Oltenia este în întregime acoperită cu lucrări de prospecțiune, executate la diferite scări, între 1 : 5 000 și 1 : 200 000. Prospecțiunea de detaliu (1 : 10 000) și de mare detaliu (1 : 5 000) s-a executat pe rama bazinului, pe suprafața cu rezerve confirmate și în extinderea acesteia, de la vest de Motru pînă în valea Amaradiei. Pe restul suprafeței există numai o prospecțiune preliminară la diferite scări, între 1 : 20 000 și 1 : 200 000.

Pe o suprafață de circa 2 000 km² s-a executat și explorarea preliminară sau de detaliu, de obicei cu foraje dar uneori și cu lucrări miniere. Din suprafața explorată, pe circa 1 500 km², s-au calculat și s-au confirmat rezerve de lignit, în timp ce pentru restul de 500 km², explorați preliminar, nu sînt întocmite documentații geologice. Suprafața cu rezerve confirmate este aproape în întregime repartizată exploatărilor miniere în producție, în deschidere sau proiectate.

Pe circa 90 % din suprafața posibil purtătoare de cărbune nu sînt executate decît foarte rare foraje cu carotaj continuu : foraje de referință pentru lignit, hidrogeologice sau pentru alimentare cu apă. Sînt executate însă numeroase foraje pentru hidrocarburi cu carotaj mecanic intermitent sau cu carotaje electrice la scara 1 : 1 000.

Prospecțiunile geologice de detaliu [1; 2; 3; 4; 5] au semnalat numeroase aflorimente de lignit, care însă de multe ori nu sînt corelate între ele, cartarea de suprafață nefiind corelată de cele mai multe ori cu forajele sau lucrările miniere.

Numeroși cercetători [6; 7; 8; 9] s-au ocupat de stratigrafia depozitelor pliocene din Oltenia sau numai de stratigrafia depozitelor cu ligniți [10; 11; 12; 13; 14; 15; 16]. Depozitele respective au fost atribuite dacianului, levantinului (romanianului) și uneori, în parte, cuaternarului, diviziuni cronostratigrafice a căror limite și conținut variază însă mult de la un cercetător la altul. Diferențele mari de interpretare se datorează, în principal, faptului că se bazează pe observații în aflorimente, greu de corelat în condițiile înclinărilor mici, a unor deschideri rare și monotoniei faciesurilor.

În 1980 s-au executat șapte foraje de prospecțiune dintr-un program de 26 foraje, care au fost realizate cu carotaj mecanic continuu, carotaj geofizic și probate paleontologic, fizico-chimic și petrografic.

III. Repere folosite și modul de corelare

Pentru corelare, s-a pornit de la o coloană stratigrafică tip stabilită de noi în zona cea mai bine cunoscută dintre Motru și Jiu (fig. 1). S-au ales apoi 5 repere paleontologice cu extindere regională, situate în culcușul, în acoperișul și în interiorul pachetului cărbunos, după cum urmează.

Reperul 1 — marcînd intrarea din dacian în ponțian, cu asociația : Phillocardium, Vivi-

* Lucrare susținută în cadrul Simpozionului **„Orientări și tendințe actuale în extragerea lignitului"**, Craiova, 11—12 dec. 1980

parus neumayri, Pontalmyra subcarinata și Limnocardium squamulosum.

Reperul 2 — aflat în culcușul stratului I de cărbune, cu o asociație în care se remarcă Stylodacna heberti și Dreissena rimmestiensis

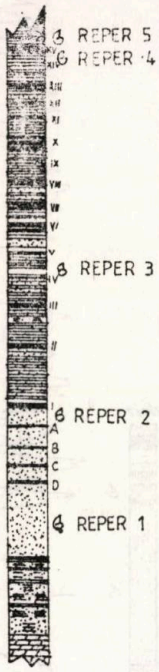


Fig. 1. Coloană stratigrafică tip

(ambele ușor de recunoscut în carotele de foraj) și care mai cuprinde : Dreissena (rostriformis, polymorpha), Pachydacna (serena, duabica, cobălcescui), Limnocardium olteniae, Unio rumanus, Chartoconcha bayerni, Viviparus (argesiensis, achatinoides), Hydrobia grandis și Lythoglyphus.

Reperul 3 — situat între stratele de lignit IV și V este reperul principal al zonei Dunăre — Motru — Jiu și cuprinde o asociație foarte bogată, dintre care mai frecvente sînt : Prosodacna (rumana, munieri), Stylodacna (orientalis, cucestiensis), Pontalmyra subcarinata, Viviparus (argesiensis, rumanus), Unio (rumanus, sturdzae), Dreissena polymorpha, Theodoxus și uneori Congeria subcarinata cf. botenica.

Reperul 4 — este situat deasupra stratului XVI de lignit, într-un facies detritic (nisip, pietriș și bolovăniș) și cuprinde, în special, unionacee și viviparide : Pristinunio (pristinus, davilai), Rytia (bielzi, brandzae), Wenziella subclivosa, Cuneopsidea beyrichi, Sulcopotomida, cymatoides, Viviparus (dezmanianus, mamatus, bifarcinatus bifarcinatus, bifarcinatus stricturatus, craiovensis, turgidus pilari).

Reperul 5 — situat în acoperișul stratului XVIII — este caracteristic faciesului pelitic (argile, marne) și cuprinde, mai ales, unionacee și melanopside : Rugunio (condai, mojswari, turburensis), Rytia (brandzae, bielzi, vukosovicianus), Cyclopotomida destremi, Sulcopotomida cymatoides, Wenziella subclivosa, Melanopsis (slavonica, souberiani, hybostoma amaradica), la care se mai adaugă Viviparus craiovensis, Pseudohyriopsis problematica și uneori Anodonta.

Cu ajutorul reperelor 1, 2, 3, 4 și 5 au fost corelate între ele punctele de afloriment descrise în rapoartele de prospecțiune, în lucrări științifice și aflorimente cercetate personal de autor.

În forajele cu carotaj continuu și cu faună determinată, au fost corelate stratele de cărbuni, intercalîndu-se între cele 5 repere principale, pe baza cărora s-au corelat apoi pachetele cărbunoase din forajele fără determinări de faună.

La corelare s-au folosit și forajele pentru hidrocarburi, respectiv diagrafiile electrice ale acestora. S-a pornit de la cele executate în apropierea unor foraje cu carotaj continuu, față de care s-au marcat, pe diagrafiile electrice, nivelele la care se găsesc reperele stratigrafice 2 sau 3 (fig. 2).

IV. Observații asupra reperelor stratigrafice

Reperul 1, cu valoare cronostratigrafică în jumătatea de vest a bazinului dacic, și reperul 2 se pot urmări pe întreaga suprafață de extindere a depozitelor cu cărbuni.

Reperul stratigrafic 3 este întîlnit în toată zona explorată dintre Gilort și Coșuștea, cu excepția zonei centrale a anticlinalului Pesteana. El se extinde și la sud de falia Colibași — Jirov — Strehaia, de la Husnicioara și Izvorul Aneștilor pînă la Băilești și Ghidiciu, permițînd (împreună cu reperul 2) corelarea sigură a stratelor inferioare de lignit. În sinclinalul Ciuperceni — Tîrgu Jiu — Scoarța, reperul 3 nu se mai întîlnește. Dispariția acestui orizont fosilifer începe de pe flancul nordic al anticlinalului Strîmba — Rovinari, unde există o zonă de tranziție, în care lumașelul este înlocuit prin mulaje ale cochiilor, acestea fiind dizolvate ; schimbarea de facies este marcată și prin trecerea de la argile nisipoase și nisipuri fine cenușii, la argile fine verzui-albăstrui, fără stratificație. În jumătatea de sud a zonei Jiu — Gilort, de la valea Cioianei spre Capu Dealului, reperul 3 lipsește. Zona aceasta se prelungește și la est de Jiu pînă aproape de Craiova. La est de Jiu el a mai fost întîlnit în partea de nord a regiunii, în mina Armășești și în aflorimentele de la Cucești, în acoperișul stratului II de lignit.

Reperul stratigrafic 4 a fost întîlnit în toată zona cuprinsă între Dunăre și Amaradia, pînă la paralela Vînju Mare — Bucovăț. Spre nord

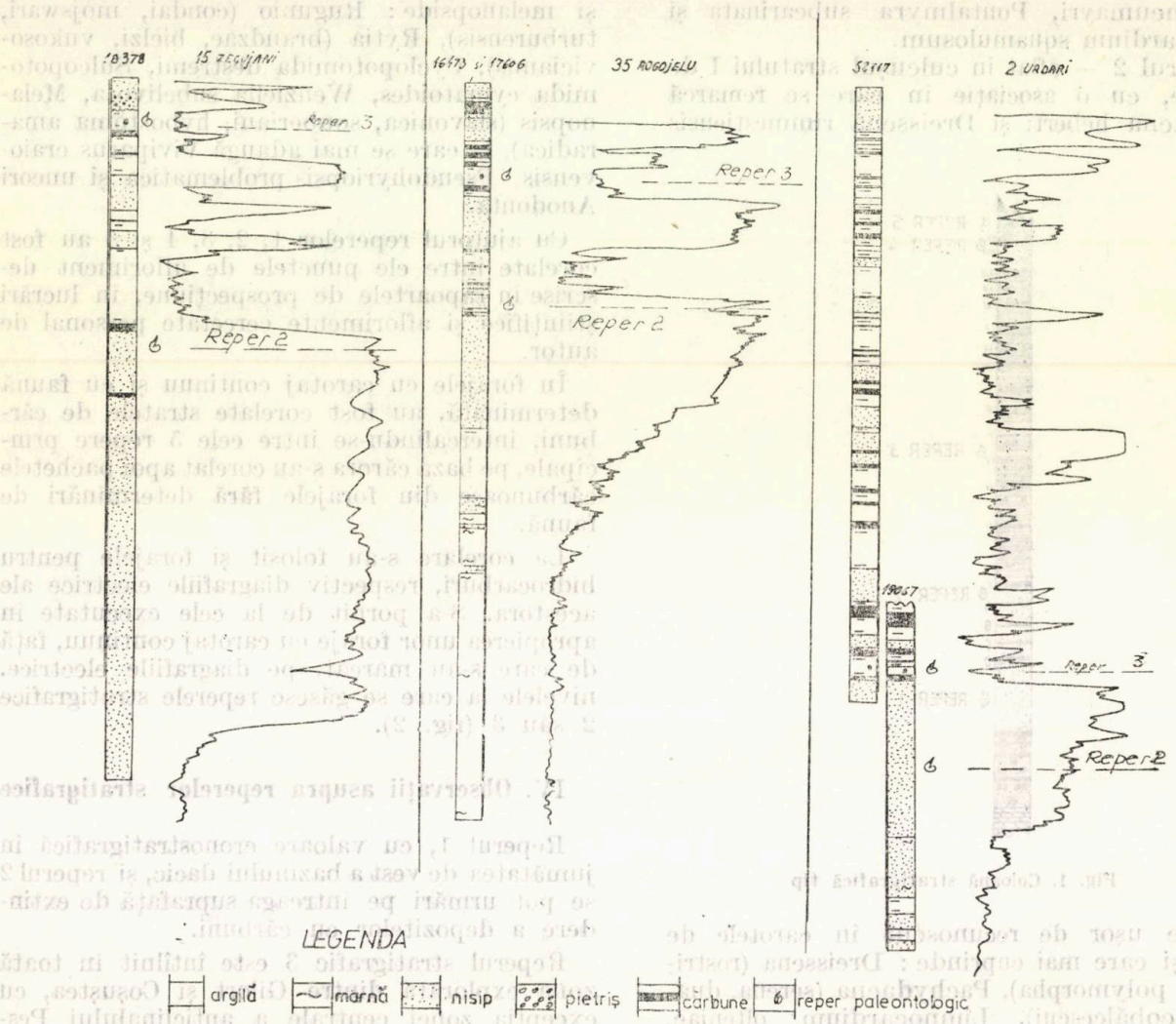


Fig. 2. Exemple privind modul de corelare între forajele pentru cărbuni și cele pentru hidrocarburi

extinderea sa depinde de gradul de eroziune al depozitelor psamo-psefitice, în care este inclus, și de răspîndirea acestora. La est de Amaradia și în zona de sud a Olteniei extinderea orizontului-reper 4 nu este încă precizată.

Urmărind reperul 4 de la nord spre sud, se constată că acesta prezintă o coborîre continuă, de la +230 m la Plopșoru la +170 m la Capu Dealului și +125 m la Mihăița.

Reperul 5 a fost urmărit numai în zona dintre Gilort și Amaradia, fiind folosit ca un reper ajutător.

V. Tectonica depozitelor cu cărbuni

Corelările menționate mai sus au permis întocmirea unei hărți structurale la nivelul reperului 2, care să cuprindă întreaga arie purtătoare de cărbuni din Oltenia (fig. 3). Pe harta întocmită se disting elementele structurale majore ale depozitelor cu cărbuni din Oltenia.

Cea mai importantă este limita dintre Depresiunea getică și Platforma moesică, marcată de o linie de fractură pe aliniamentul Colibași — Severinești — Jirov — Strehaia — Gura Motrului — Brădești — Gorunești, cu un pas ce variază între 50 și 150 m.

Depresiunea getică

În depresiune se pot distinge două sectoare, unul la vest și altul la est de Gilort, separate printr-o falie cu direcția NS și cu un pas de 50—100 m.

În extremitatea de nord a sectorului vestic, se individualizează sinclinalul Ciuperceni — Cîlnic — Scoarța, în care nivelul-reper 2 coboară pînă la cota —170 m. Pe ambele flancuri sinclinalul este delimitat prin falii, la nord față de ponțianul care apare la zi, iar la sud față de anticlinalul Strîmba — Rovinari. La suprafață sinclinalul este mascat, în cea mai mare parte, sub depozite de piemont, a căror grosime ajunge la 50—80 m.

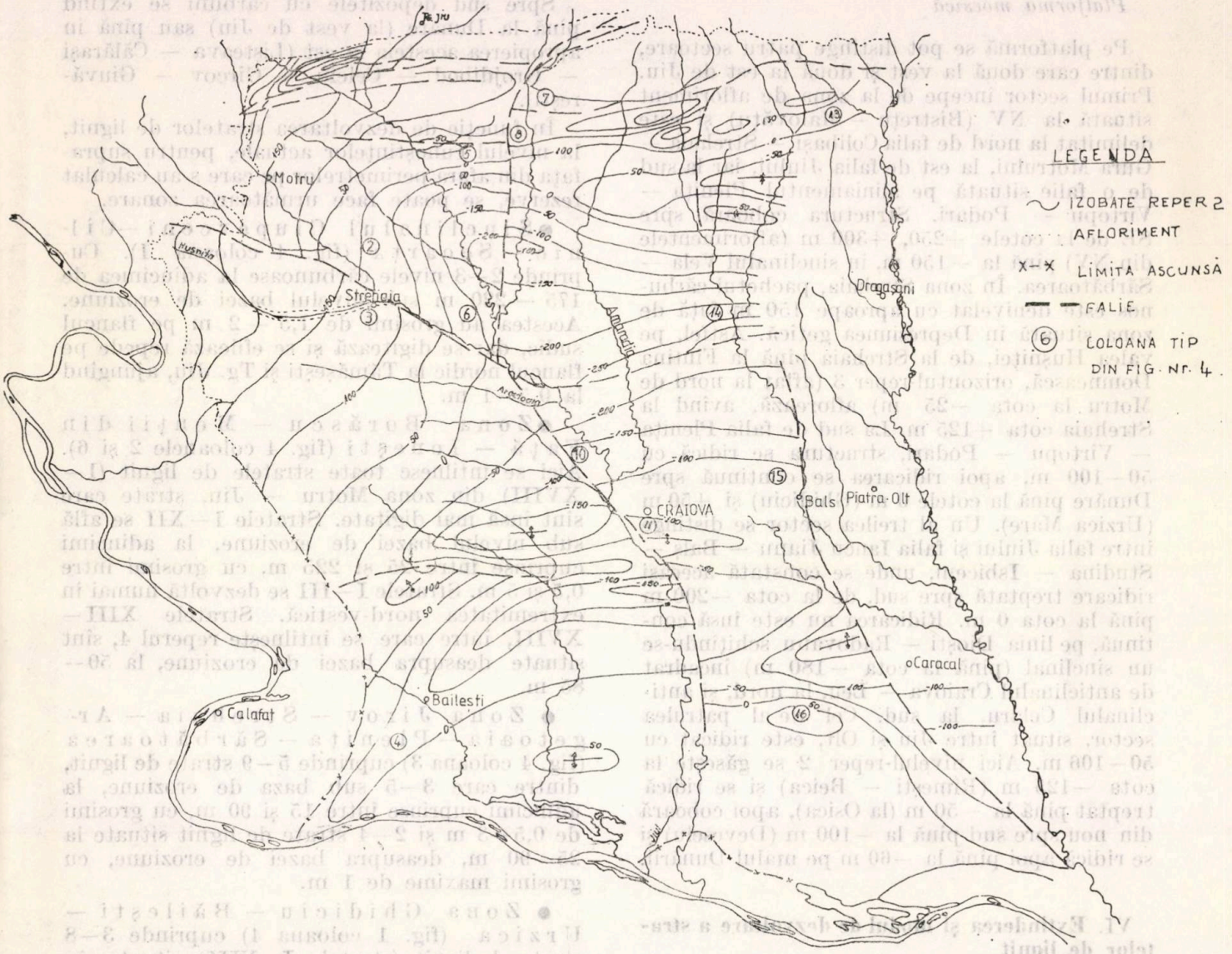


Fig. 3. Schiță structurală la nivelul reperului 2

Anticlinalul Strîmba — Rovinari, cunoscut în amănunt prin lucrări de explorare și exploatare în cariere, este ridicat cu circa 100 m față de sinclinalul Cîlnic, în zona sa axială orizontul-reper 2 ridicîndu-se pînă la cota + 150 m. Anticlinalul este afectat de numeroase falii longitudinale cu direcția EV și cu denivelări de 5—15 m.

Spre sud structura se afundă treptat, de la +200 m în zona de afloriment din Valea Motrului, pînă la —50 m la Vlăduleni și —200 m la Ceplea. În timp ce în Valea Motrului structura este monoclinală, cu căderi spre SE, în zona Jiului formează sinclinalul Vlăduleni și anticlinalul Pește ana, separate prin faliile Bilteni și Pește ana, care realizează o denivelare de 80—100 m. La sud de anticlinalul Pește ana, urmează sinclinalul Ceplea, al cărui flanc sudic se sprijină pe falia care mărginește Depresiunea getică.

În sectorul de la est de Gilort, structura este monoclinală, coborînd spre sud de la linia de aflorimente situată la cotele +350, +450 m, pînă la cota —50 m. Monoclinul este delimitat de o linie de fractură pe direcția Jupînești — Licuriciu — Sinești — Copăceni — Mînăstireni, cu un pas variind între 50 și 100 m. La sud de falie apare o ridicare pe linia Socu — Grădiște, pînă la +125, +200 m care, la est de Olteț, se ramifică pe mai multe aliniamente : Groși — Roești — Șirineasa și Oveselu, cu ondulații între —50 și 0 m.

Spre sud structura coboară în continuare pînă la —250 m, la marginea Depresiunii getice.

Platforma moesică

Pe platformă se pot distinge patru sectoare, dintre care două la vest și două la est de Jiu. Primul sector începe de la zona de afloriment situată la NV (Bistreţu — Malovăţu) și este delimitat la nord de falia Colibași — Strehaia — Gura Motrului, la est de falia Jiului, iar la sud de o falie situată pe aliniamentul Pleniţa — Vîrtopu — Podari. Structura coboară spre SE de la cotele +250, +300 m (aflorimentele din NV) pînă la —150 m, în sinclinalul Vela — Sărbătoarea. În zona Strehaia, pachetul cărbunos este denivelat cu aproape 150 m faţă de zona situată în Depresiunea getică. Astfel, pe valea Huşniţei, de la Strehaia pînă la Fîntîna Domnească, orizontul-reper 3 (aflat la nord de Motru la cota —25 m) aflorează, avînd la Strehaia cota +125 m. La sud de falia Pleniţa — Vîrtopu — Podari, structura se ridică cu 50—100 m, apoi ridicarea se continuă spre Dunăre pînă la cotele 0 m (Ghidiciu) și +50 m (Urzica Mare). Un al treilea sector se distinge între falia Jiului și falia Iancu Jianu — Balș — Studina — Isbiceni, unde se constată aceeași ridicare treptată spre sud, de la cota —200 m pînă la cota 0 m. Ridicarea nu este însă continuă, pe linia Dioști — Radovanu schiţîndu-se un sinclinal (pînă la cota —180 m) încadrat de anticlinalul Craiova — Leu, la nord, și anticlinalul Celaru, la sud. Cel de-al patrulea sector, situat între Jiu și Olt, este ridicat cu 50—106 m. Aici nivelul-reper 2 se găsește la cota —125 m (Rîmești — Beica) și se ridică treptat pînă la —50 m (la Osica), apoi coboară din nou spre sud pînă la —100 m (Deveselu) și se ridică apoi pînă la —60 m pe malul Dunării.

VI. Extinderea și modul de dezvoltare a stratelor de lignit

Stratele de lignit se extind aproape neîntrerupt de la linia de aflorimente din nord și nord-vest, pînă spre Dunăre și Olt.

Stratele inferioare de lignit aflorează pe linia Vînju Mare — Rogova — Erghevița — Valea Copcii — Malovăţu — Severinești — Sișești — Zegujani — Cătunele — Glogova — Vîrtopu. De aici, spre est, limita lor nordică este ascunsă în sinclinalul Ciuperceni — Cîlnic — Scoarţa, pentru ca peste Gilort să continue aflorimentele prin Bolbocești — Poiana Seciuri — Albeni — Negoiești — Seciuri — Roșia — Cucești — Mihăiești.

Spre Olt, depozitele cu cărbuni sînt erodate și acoperite de cele cuaternare pe linia Corlăţel — Moţăţei — Piscu Vechi, așa încît în zona localităţilor Batoți, Dîrvari, Calafat, Poiana Mare, Desa, stratele de cărbuni lipsesc, eroziunea coborînd chiar sub nivelul-reper 2.

Spre sud depozitele cu cărbuni se extind pînă la Dunăre (la vest de Jiu) sau pînă în apropierea acesteia la est (Lișteava — Călărași — Grojdibod — Celeiu — Gîrcov — Giuvărești).

În funcţie de dezvoltarea stratelor de lignit, la nivelul cunoștinţelor actuale, pentru suprafaţa din afara perimetrelor pe care s-au calculat rezerve, se poate face următoarea zonare.

● Sinclinalul Ciuperceni—Cîlnic — Scoarţa (fig. 4 coloana 1). Cuprinde 2—3 nivele cărbunoase la adîncimea de 175 — 220 m sub nivelul bazei de eroziune. Acestea au grosimi de 1,5 — 2 m pe flancul sudic, dar se digitează și se efilează repede pe flancul nordic la Tămășești și Tg. Jiu, ajungînd la 0,5—1 m.

● Zona Borăscu — Menţii din Faţă — Ioneşti (fig. 4 coloanele 2 și 6). Aici se întîlnesc toate stratele de lignit (1—XVIII) din zona Motru — Jiu, strate care sînt însă mai digitate. Stratele I—XII se află sub nivelul bazei de eroziune, la adîncimi cuprinse între 25 și 225 m, cu grosimi între 0,5 și 5 m. Stratele I—III se dezvoltă numai în extremitatea nord-vestică. Stratele XIII—XVIII, între care se întîlnește reperul 4, sînt situate deasupra bazei de eroziune, la 50—85 m.

● Zona Jirov — Strehaia — Argetoaia — Pleniţa — Sărbătoarea (fig. 4 coloana 3) cuprinde 5—9 strate de lignit, dintre care 3—5 sub baza de eroziune, la adîncimi cuprinse între 15 și 90 m, cu grosimi de 0,5—3 m și 2—4 strate de lignit situate la 25—90 m, deasupra bazei de eroziune, cu grosimi maxime de 1 m.

● Zona Ghidiciu — Băileşti — Urzica (fig. 1 coloana 4) cuprinde 3—8 strate de lignit (stratele I—VIII) situate, în totalitate, sub baza de eroziune, la adîncimi de 20—90 m și avînd grosimi de 0,5—2,5 m.

● Zona Răşina — Daia — Capu Dealului (fig. 4 coloana 5). Aici s-au întîlnit stratele de lignit V—XVIII, dintre care, sub nivelul bazei de eroziune, se află stratele V—XIII, cu grosimi cuprinse între 0,5 și 3 m. În partea de nord ele se găsesc la adîncimi cuprinse între 10 m (stratul XIII) și 225 m (stratul V) sub baza de eroziune, în timp ce în sinclinalul Ceplea de la sud ele ajung la adîncimi cuprinse între 125 și 370 m. Stratele XIV și XV, cu grosimi sub 1 m, se găsesc în partea de nord deasupra bazei de eroziune de unde intră treptat spre sud sub nivelul acesteia, ajungînd în sinclinalul Ceplea la adîncimea de 100 m. Numai stratele XVI—XVIII, între care se găsește reperul 4, rămîn tot timpul deasupra nivelului bazei de eroziune. Ele au grosimi cuprinse între 0,5 și 1,5 m.

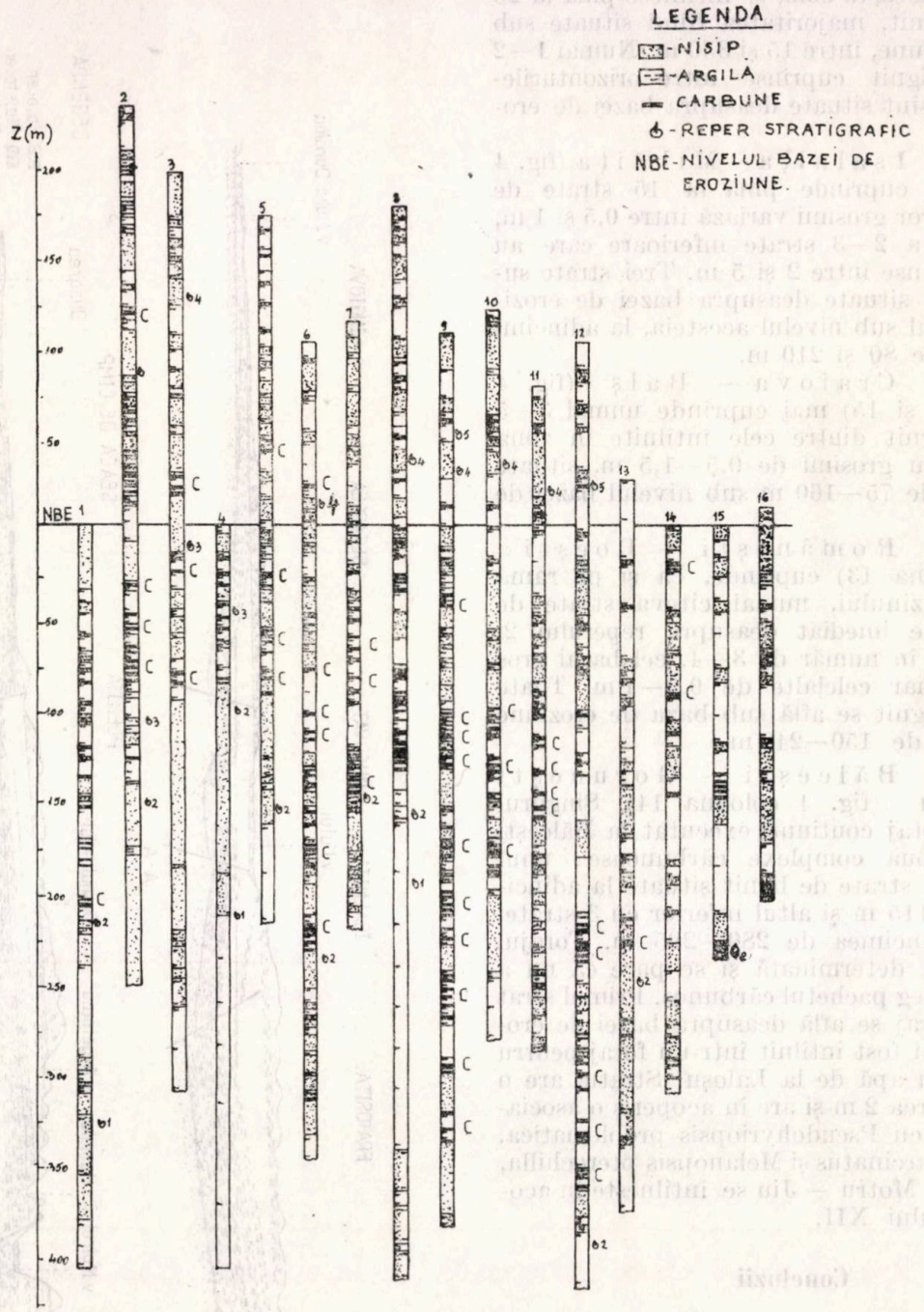


Fig. 4. Coloane litologice zonale

● Zona Tg. Cărbunești — Licuriciu (fig. 4 coloana 7). Ca și pe ramă, în această zonă se întîlnesc numai 1—3 strate de lignit, la adîncimi cuprinse între 140 și 150 m sub nivelul bazei de eroziune, cu grosimi de 0,5—2,5 m.

● Zona Socu — Petrești (fig. 4 coloana 8). Începînd de la sud de falia Jupînești, pachetul cărbunos este bine dezvoltat și cuprinde trei complexe cărbunoase: unul inferior deasupra nivelului-reper 2, cu circa 10 strate de lignit în grosime de 0,5—3,5 m, altul median cu circa 7 strate de 0,5—2 m și unul superior cu 2—3 strate ce nu depășesc grosimea de 1 m în aflorimente. Între aceste din urmă strate de lignit se găsește reperul 4. Stratele de lignit din complexul mediu aflorează în valea Gilortului în dreptul localităților Bărbătești — Socu, în restul zonei fiind situate sub baza de eroziune.

● Zona Hurezani — Căpreni — Șipotu — Fratoștița (fig. 4 coloanele

9 și 12). În această zonă se întîlnesc pînă la 25 strate de lignit, majoritatea fiind situate sub baza de eroziune, între 15 și 350 m. Numai 1—2 strate de lignit cuprinse între orizonturile-reper 4 și 5 sînt situate deasupra bazei de eroziune.

● Zona Işalniţa—Mihăiţa (fig. 4 coloana 10) cuprinde pînă la 15 strate de lignit, ale căror grosimi variază între 0,5 și 1 m, cu excepţia a 2—3 strate inferioare care au grosimi cuprinse între 2 și 5 m. Trei strate superioare sînt situate deasupra bazei de eroziune, iar restul sub nivelul acesteia, la adîncimi cuprinse între 80 și 210 m.

● Zona Craiova — Balș (fig. 4 coloanele 11 și 15) mai cuprinde numai 3—5 strate de lignit dintre cele întîlnite în zona anterioară, cu grosimi de 0,5—1,5 m, situate la adîncimi de 75—160 m sub nivelul bazei de eroziune.

● Zona Românești — Roești (fig. 4 coloana 13) cuprinde, ca și pe rama sudică a bazinului, numai cîteva strate de lignit, situate imediat deasupra reperului 2. Stratele sînt în număr de 3—4, cel bazal gros de 3—4 m, iar celelalte de 0,5—1 m. Toate stratele de lignit se află sub baza de eroziune la adîncimi de 150—240 m.

● Zona Bălcești — Goruneşti — Laloşu (fig. 4 coloana 14). Singurul foraj cu carotaj continuu executat la Bălcești a întîlnit două complexe cărbunoase: unul superior cu 4 strate de lignit situate la adîncimea de 25—115 m și altul inferior cu 3 strate, situat la adîncimea de 280—295 m. Forajul nu are faună determinată și se pare că nu a traversat întreg pachetul cărbunos. Primul strat întîlnit în foraj se află deasupra bazei de eroziune și a mai fost întîlnit într-un foraj pentru alimentare cu apă de la Laloșu. Stratul are o grosime de circa 2 m și are în acoperiș o asociaţie de faună cu Pseudohyriopsis problematica, Viviparus bifarcinatus și Melanopsis pterochilla, care în zona Motru — Jiu se întîlnește în acoperișul stratului XII.

Concluzii

Stratigrafice

Orizontul fosilifer atlat în culcușul stratelor de lignit în zona Albeni — Amaradia — Olteţ, și folosit ca reper în explorare, nu este sincron cu orizontul-reper de explorare dintre Motru — Jiu, aflat în culcușul stratului V de cărbune. Acest orizont-reper din zonele de la est de Jiu este orizontul-reper 2 care, în zona de la vest de Jiu, se află în culcușul stratului de lignit I. Orizontul-reper 3, aflat în zona Motru—Jiu, în culcușul stratului V, se întîlnește la est de Jiu, în acoperișul stratului II. Rezultă deci că stratele I și II de lignit din zona Albeni—

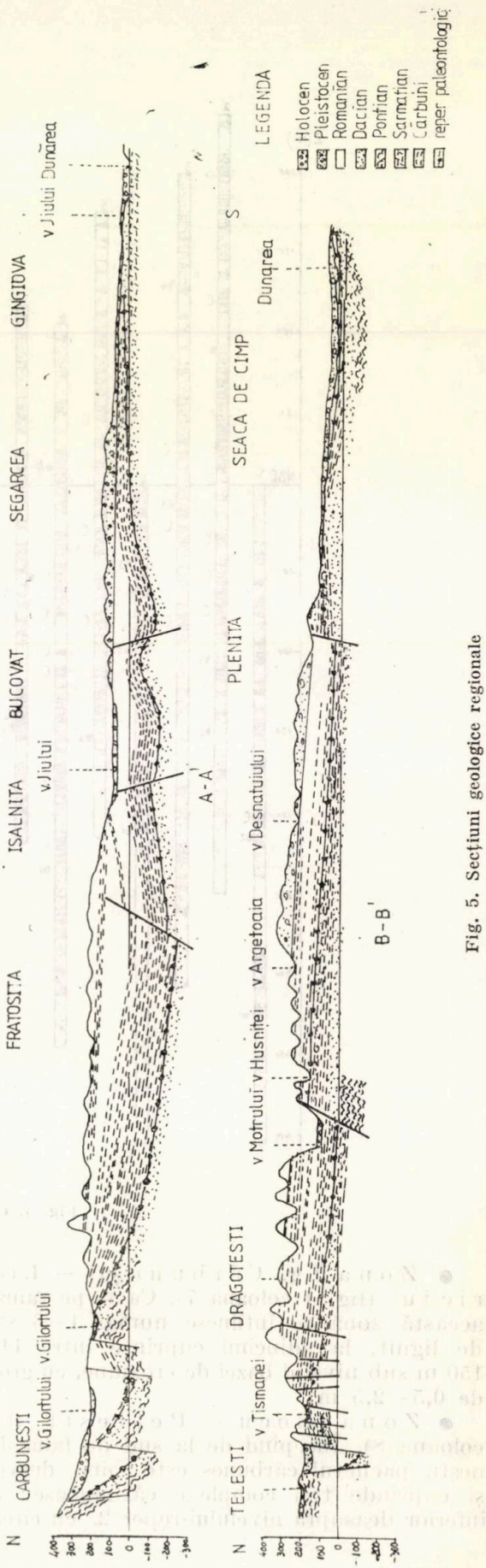


Fig. 5. Secțiuni geologice regionale

Olteț sînt sincrone cu stratele I—IV din zona Motru — Jiu.

Faciesul salmastru se menține numai pînă la nivelul orizontului fosilifer 3, deasupra căruia se întîlnește, în toată regiunea de la vest de Olt, numai faună de apă dulce.

Între depozitele care conțin orizontul-reper 4 (inclusiv stratele de lignit XVI—XVIII) și cele inferioare acestora, se observă, la sud-vest de Motru, o discordanță unghiulară vădită (fig. 5). În timp ce depozitele interioare sînt ondulate și dislocate, pachetul ce conține orizontul-reper 4 este monoclinal și neafectat de aceste dislocații. Discordanța este mai evidentă pe dreapta Motrului, în zona Strehaia — Gura Motrului, unde orizontul-reper 4 și stratele învecinate stau peste jumătatea inferioară a complexului cărbunos (pînă la stratele VI—VIII), în timp ce pe malul stîng stau deasupra stratului XV de lignit.

Economice

Pe rama de nord a bazinului, stratele de lignit se efilează și, în cea mai mare parte, dispar, în timp ce în interiorul bazinului se înmulțesc și se îngroașă. Zona Albeni — Amaradia — Olteț, unde s-au întîlnit 1—2 strate de lignit, este o zonă de margine, existînd certitudinea că spre sud numărul stratelor de lignit crește.

Pe cea mai mare parte din teritoriul Olteniei, stratele de lignit cunoscute în zonele explorate sînt situate sub baza de eroziune, în condiții hidrogeologice grele. Există însă, pe majoritatea acestui teritoriu, și strate de lignit situate deasupra bazei de eroziune, al căror grad de cunoaștere este redus și care implică o cercetare de detaliu.

Structura geologică a depozitelor cu lignit (fig. 3) arată că sînt zone unde și stratele de lignit situate, în cea mai mare parte sub baza de eroziune, se apropie de suprafață sau chiar aflorează (în afara zonelor explorate pînă în prezent), putînd să constituie zone favorabile exploatării. În alte zone, situate de asemenea în afara perimetrelor explorate, grosimea stratelor de lignit și natura rocilor din acoperiș și culcuș ar permite exploatarea lor în subteran prin deschidere cu puțuri.

Din cele expuse rezultă necesitatea continuării cercetărilor geologice și tehnologice, pentru care propunem următoarele :

— definitivarea programului de cercetare preliminară cu foraje de prospecțiune și completarea acestuia cu cartări de suprafață și studii stratigratice ;

— cercetarea stratelor de lignit situate deasupra bazei de eroziune cu foraje și prin cartare de detaliu ;

— trecerea la explorarea zonei Jupînești — Petrești — Muscuțești, unde zăcămîntul iese la suprafață, și a altor zone favorabile care vor rezulta din prospecțiunea cu foraje ;

— proiectarea unei mine pilot în zona Ișalnița, deschisă cu puțuri, justificată de grosimile de circa 5 m ale celor două strate de lignit inferioare și de grosimea ecranelor din acoperișul și culcușul acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1] Schoverth, E. *Cercetări geologice și hidrogeologice în zona de la SV de Valea Sușiței — Jiu.* IPL, 1958.

[2] Schoverth, E., Baltac, Gh. *Cercetări geologice în zona Strehaia — Slașoma.* IPL 1959.

[3] Feru, M. ș. a. *Raport geologic și hidrogeologic asupra regiunii Craiova — Filiași.* IPL, 1958.

[4] Nedelcu, I. ș. a. *Prospecțiuni pentru cărbuni în regiunea Țînțăreni — Tg. Cărbunești, reg. Oltenia.* IPL, 1963.

[5] Zberea, A. ș. a. *Raport de prospecțiune geologică pentru cărbuni în regiunea dintre V. Oltețului și V. Otăsăului.* IPL, 1963.

[6] Ionescu-Argetoaia, I. P. *Pliocenul din Oltenia* An. Inst. Geol. 8, 261—350, București, 1918.

[7] Schoverth-Roșculescu, E. *Dacianul de pe valea Hușniței.* D. S. Inst. Geol. 46, 305—307, București, 1953.

[8] Schoverth-Roșculescu, E. ș. a. *Observații asupra Villafranchianului din bazinul mijlociu al Jiului.* St. tehn. ec. Ser. E. 6, 71—78, București, 1963.

[9] Marinescu, Fl. *Stratigrafia neogenului superior din sectorul vestic al bazinului dacic.* Ed. Academiei R.S.R. București, 1978.

[10] Grozescu, H. *Zăcămintele de lignit din Pliocenul Olteniei.* St. tehn. ec. Ser. 3. 4, 1—56, București, 1925.

[11] Joja, T., Oncescu, N. *Observații asupra stratigrafiei Pliocenului superior dintre valea Dunării și valea Jiului.* D. S. Com. Geol. 35, 9—15, București, 1952.

[12] Ciric, D. *Zăcămintele de lignit dintre Motru și Coșuștea.* St. tehn. ec. Ser. A. 4, 11—25, București, 1959.

[13] Popovici, V. *Corelarea stratelor de lignit din Dacianul din nordul Olteniei.* St. tehn. ec. Ser. A. 5.7—10, București, 1959

[14] Nita, Petre-Pion. *Considerații asupra vîrstei și orizontării stratelor de cărbuni dintre văile Topolnița și Coșuștea.* D. S. Inst. Geol. 44, 169—182, București, 1962.

[15] Liteanu, E. ș. a. *Noi contribuții la studiul stratigrafiei zăcămîntului de lignit din interfluviul Jiu-Motru.* St. cerc. geol. geofiz. geogr. Ser. geol. 9, 81—92, București, 1964.

[16] Enache, C. *Geologia și hidrogeologia regiunii dintre Jiu și Motru cu privire specială asupra zăcămintelor de cărbuni.* Teză de doctorat, Universitatea București.

Principii de alegere a tipului constructiv-funcţional de complexe mecanizate de abataj pentru exploatarea lignitului*

Ing. P. Jijie
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Introducere

Ponderea tot mai mare pe care o are lignitul ca sursă de energie în ţara noastră, dictată de faptul că zăcămintele de lignit sînt principala noastră rezervă de combustibil mineral solid şi de tendinţa generală pe plan mondial a reducerii consumului de petrol, presupune utilizarea unor tehnologii de exploatare, atît la zi, cît şi în subteran, adecvate condiţiilor specifice de zăcămînt.

În acest sens, materialul de faţă îşi propune să prezinte cerinţele constructiv-funcţionale pe care trebuie să le îndeplinească complexele mecanizate de abataj în contextul condiţiilor geologico-miniere ale zăcămintelor de lignit din ţară.

Actualele utilaje de mecanizare complexă cu care sînt dotate abatajele din minele de lignit (CMA—1, CMA—2, OKP, FAZOS—01, 2MKE) nu s-au dovedit adaptabile acestor condiţii, decît în mică măsură, rezultatele obţinute în exploatare nefiind pe măsura indicatorilor tehnico-economici ai utilajelor respective.

În cele ce urmează sînt prezentate fenomenele particulare ale zăcămintelor de lignit care au o influenţă hotărîtoare asupra regimului de presiune şi, implicit, asupra modului de funcţionare în exploatare a diferitelor subansamble componente ale complexelor mecanizate de abataj.

II. Proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor

Complexul de strate prezintă rezistenţe mecanice reduse, cărbunele fiind roca cea mai tare :

- pentru lignit:

— rezistenţa la compresiune, 30—70 kgf/cm²;
— rezistenţa la tracţiune, 6— 7 kgf/cm²;
— rezistenţa la forfecare, 7— 8 kgf/cm²;

- pentru rocile din acoperişul şi culcuşul stratelor de lignit:

— rezistenţa la compresiune, 12—19 kgf/cm²;
— rezistenţa la tracţiune, 1,2 — 5 kgf/cm²;
— rezistenţa la forfecare, 3 — 5 kgf/cm².

Vatra slabă a abatajelor, formată, fie din intercalaţii ale stratului de cărbune, fie din culcuşul acestuia, constituit din argile şi marne, reclamă o suprafaţă portantă mare a susţinerii pentru realizarea unei presiuni specifice pe vatră, inferioară rezistenţei la compresiune a rocilor ce o constituie.

Trebuie menţionat că după 3—4 ore de la dezvelire şi, mai ales, în prezenţa apei, rezistenţele acestor roci scad la valori sub 50%.

Presiunile mari înregistrate în abatajele din minele de lignit, coroborate cu instabilitatea pronunţată a rocilor din acoperiş, necesită folosirea de grinzi de susţinere cu o lungime minimă şi o tehnologie de susţinere care să acopere imediat suprafaţa de tavan tăiată de combină.

Modul de manifestare a regimului de presiune dictează forma susţinerii de tip scut.

Condiţiile de mai sus impun dimensiuni reduse ale culoarului I şi tehnologii de susţinere de tipul „un pas înapoi", cu influenţă decisivă, în ultimă instanţă, asupra dimensiunilor de gabarit ale combinelor de tăiere în abataj.

Vatra slabă a abatajelor şi aderenţa pronunţată a argilei la organele transportorului din abataj dictează dimensionarea acestuia în concordanţă cu solicitările suplimentare care apar.

III. Fluajul acoperişului

Fenomenul de fluaj constă în curgerea lentă a rocilor din acoperiş spre spaţiul exploatat şi extremităţile abatajului, datorită solicitărilor la compresiune a rocilor, solicitări date de presiunea litostatică la care se adaugă presiunea de reazem cauzată de exploatare.

Deplasarea transversală a rocilor către spaţiul exploatat conduce la eforturi foarte mari asupra susţinerii (evaluate la 30% din cele verticale), care au tendinţa de deplasare a grinzii către „înapoi" faţă de talpă.

Din acest motiv este necesar un dispozitiv de echilibrare a secţiei, suficient de puternic pentru a învinge forţele de frecare dintre grindă şi acoperiş.

În zonele marginale ale abatajului apare deplasarea longitudinală a acoperişului — fenomen mult amplificat de golul creat prin exploatarea unui abataj învecinat.

Fluajul longitudinal conduce la fisurarea transversală a tavanului şi a stratului de cărbune.

---

* Lucrare susţinută în cadrul Simpozionului **„Orientări şi tendinţe actuale în extragerea lignitului"**, Craiova, 11—12 dec. 1980.

IV. Desprinderea blocurilor de cărbune din front

Este unul din fenomenele cu manifestarea cea mai frecventă în abatajele din minele de lignit și este foarte mult favorizat de prezența intercalațiilor sterile din stratul de cărbune, intercalații ce au rezistențe mecanice reduse în comparație cu lignitul.

Sub acțiunea presiunii litostatice este depășită rezistența specifică la curgere a materialului din intercalații.

Stratul de cărbune, mult mai rigid, nu poate urmări curgerea rocilor argiloase și se fracturează în blocuri neuniforme.

Desprinderea blocurilor de cărbune, pe lîngă posibilitatea producerii unor accidente, face ca masivul de cărbune să nu mai poată fi un sprijin suficient pentru presiunea de reazem și, în aceste condiții, susținerea este suprasolicitată.

Deblocarea cărbunelui din front permite dezvelirea tavanului pe suprafețe ce nu pot fi preluate de susținere.

Din aceste motive, este necesar ca, în condițiile zăcămintelor de lignit din țară, susținerea să fie prevăzută cu dispozitiv de sprijinire a frontului și cu grindă extensibilă.

Presiunea de reazem a masivului de cărbune din fața frontului pe vatră provoacă o curgere lentă a rocilor din culcușul direct, orientată spre spațiul exploatat, care, compusă cu curgerea provocată de presiunea realizată de susținerea din abataj, orientată în sens invers, conduce la refularea vetrei în primul culoar al abatajului.

În continuare sînt prezentate condițiile funcțional-constructive pe care trebuie să le îndeplinească elementele complexului mecanizat (transportor, combină, susținere) pentru a putea constitui un tot unitar cu un grad de adaptabilitate cît mai ridicat, la condițiile reale, capabil să permită realizarea unor indicatori tehnico-economici superiori celor obținuți în prezent.

Transportorul de abataj

Este de construcție specială, cu rol multifuncțional în cadrul complexului, și anume:

- ca mijloc de transport trebuie să asigure evacuarea utilului din front, la debitul maxim al combinei;
- ca suport al combinei de abataj trebuie să aibă o suprafață de rezemare pe vatră care să realizeze o presiune specifică de 4—5 kgf/cm^2, luînd în considerare greutatea combinei, momentul de răsturnare a acesteia și greutatea proprie;
- să constituie grindă de reazem pentru tractarea secțiilor de susținere;
- sistemul de transport, lanțuri-raclete, să constituie un sistem de curățire a materialului depus, cu dimensionarea corespunzătoare a organului de tracțiune și a motoarelor de acționare.

Combina de abataj

— Pentru diminuarea efectului de desprindere a blocurilor de cărbune din front, tăierea fișiei se va realiza în două curse.

— Pentru corectarea înălțimii abatajului este necesar ca combina să poată tăia 200 mm deasupra grinzii de susținere și 100 mm sub talpă.

— Viteza periferică la vîrfurile cuțitelor să fie sub 3 m/s.

— Dimensiunile de gabarit să fie minim posibile, corelate cu corpul combinei.

— Combina să fie dotată cu tamburi bipoziționali și bifuncționali, amplasați la un singur capăt.

În cazul plasării tamburilor la ambele capete, aceștia trebuie să fie dotați cu sprijinitoare de front.

— Reazemele combinei pe transportor, în partea dinspre front, trebuie să fie telescopic-hidraulice.

— Brațele tamburilor, în partea dinspre front, să nu depășească corpul combinei.

Susținerea mecanizată

În urma analizei tipurilor de susținere mecanizată folosite pe plan mondial și a posibilităților de adaptare la condițiile de zăcămînt din bazinul Oltenia, s-a ajuns la concluzia că cea mai indicată este forma t i p s c u t.

Din punct de vedere tehnologic și funcțional, susținerea mecanizată trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— este indicat ca pasul de armare să fie de 1 500 mm, pentru a mări stabilitatea secțiilor în lungul abatajului;

— tipul susținerii va fi „un pas înapoi" în abataj și „doi pași înapoi" la secțiile marginale;

— schema de deplasare a secțiilor de susținere va fi succesivă de la un singur capăt al abatajului;

— pentru a se reduce presiunea specifică pe vatră, realizată de susținere, talpa secției trebuie să aibă o suprafață constructivă maxim posibilă; în acest scop se introduce talpa sub transportor;

— pentru a se asigura o cale corectă de rulare a combinei în zona de culisare a transportorului, talpa susținerii va fi orizontală;

— sistemul de deplasare al susținerii și al transportorului trebuie să asigure forță maximă la montarea secțiilor; se recomandă o forță a cilindrului hidraulic de minim 50 t;

— legătura dintre talpă și scut să se realizeze prin intermediul unui patrulater deformabil, calculat cinematic, astfel încît la deplasarea

grinzii pe verticală distanța dintre grindă și front să rămînă aproximativ constantă;

— scutul secției — o grindă dintr-un segment cu funcție îngrăditoare;

— grinda portantă va fi poziționabilă prin intermediul unor cilindri hidraulici — legați articulat între grindă și scut;

— grinda portantă, cu o lungime minim posibilă, va fi extensibilă hidraulic;

— pentru sprijinirea frontului, grinda mobilă este prevăzută la partea anterioară cu un sprijinitor rabatabil, articulat de aceasta;

— funcțional, sprijinitorul de front va ocupa trei poziții de bază:

- pliat sub grindă;
- rezemat de front;
- rabătut cu 10° față de orizontală;

— poziționarea sprijinitorului de front se va realiza hidraulic;

— pentru susținerea secției se vor folosi doi stîlpi hidraulici cu dublu efect, articulați la talpă și la grinda portantă fixă.

*

Ca rezultat al analizei particularităților geologico-miniere ale zăcămintelor de lignit și a condițiilor tehnico-funcționale pe care trebuie să le îndeplinească un complex mecanizat, s-au propus trei tipuri de complexe mecanizate după cum urmează:

— complex CMA—PL pentru înălțimi de lucru de 1,1—2,2 m;

— complex CMA—42 cu înălțimi de lucru de 1,6—3,5 m;

— complex CMA—52 cu înălțimi de lucru de 2,8—4,5 m,

putînd fi exploatate, în acest caz, atît stratele de lignit de grosime mică, cît și medie și mare.

Rezultatele cercetărilor au stat la baza contractării cu firma Klöchner-Becorit a proiectării și construcției unui complex mecanizat din tipurile menționate mai sus, urmînd ca în viitor aceste utilaje să fie asimilate în țară.

Utilizarea izotopilor radioactivi în cercetări hidrogeologice pentru lignitii din Oltenia*

Geol. Marcela Lupșoiu
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

În timpul exploatării stratului X de lignit din bazinul Motru, în unele abataje s-au produs avarii. În faza de dirijare a acoperișului, mari cantități de apă și nisip au inundat secțiile complexului mecanizat, precum și o parte din lucrările miniere de pregătire.

Condițiile hidrogeologice în care s-au produs erupțiile prezentau caracteristicile de mai jos.

Orizonturile acvifere superioare stratului respectiv de lignit, deși situate deasupra bazei de eroziune locale (+175 m), nu au totuși nivel liber.

O particularitate care complică condițiile hidrogeologice din perimetrele Horăști—Leurda este variația litologică pe verticală și pe orizontală a nisipurilor care, trecînd la nisipuri argiloase, argile nisipoase și argile, duc la o lipsă de continuitate a orizonturilor acvifere și la acumulări de apă sub presiune.

Orizonturile acvifere de deasupra stratului de lignit cercetat, respectiv orizonturile acvifere din acoperișul stratelor X și XI lignit — în zonele în care s-au produs erupțiile — erau drenate, iar filtrele penetrante, cu ajutorul cărora se acționează asupra lor, prezentau debite neglijabile (sub 1 l/min). Totuși, la o staționare a complexului mecanizat, cantități mari de apă și nisip au erupt în abataj.

Față de condițiile în care s-au produs erupțiile, s-a presupus că un orizont acvifer superior celor drenate ar fi putut concura la producerea avariilor menționate.

În scopul urmăririi efectului abatajului asupra stratului X de lignit, s-au întreprins experimentări în abatajele 23—25 Horăști și 1/6 Leurda în anii 1967—1968.

Cercetările anterioare, bazate pe constatarea că se produc deranjamente ale tuturor orizonturile superioare stratului X de lignit în condițiile avansării abatajului, au emis ipoteza că și apele din orizonturile superioare pătrund în abataj, ipoteză pe care s-a bazat recomandarea să se facă asecarea tuturor acestor strate acvifere. Pentru crearea condițiilor optime de exploatare a stratului X de lignit, aceleași

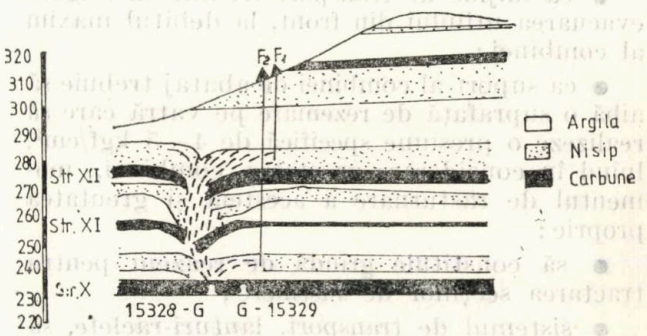


Fig. 1 Poziția forajelor experimentale față de abataj

* Lucrare susținută în cadrul Simpozionului **„Orientări și tendințe actuale în extragerea lignitului"**, Craiova, 11—12 dec. 1980.

cercetări au mai recomandat menținerea unei viteze de avansare a abatajului, mai mari decît cea a vitezei de infiltrație a apei din surpare. Cauzele care au produs erupțiile în abatajele din bazinul Motru, neputînd fi dovedite experimental, în studiile respective s-a recomandat continuarea cercetărilor în această direcție.

Literatura de specialitate din țară și din străinătate oferă suficiente exemple de studii ale circulației apei în diferite condiții cu ajutorul trasorilor, studii și experimentări ce s-au încheiat cu rezultate de performanță.

Pentru aceasta, am adaptat condițiilor hidrogeologice respective și metodelor de exploatare ale lignitului din bazinul Motru, o metodă de cercetare cu ajutorul celor mai noi trasori

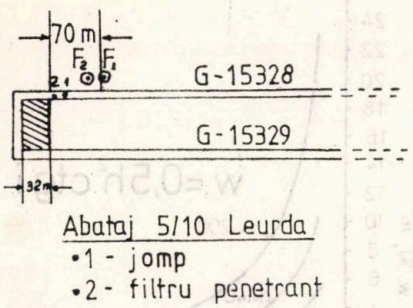


Fig. 2 Secțiune geologică prin zona abatajului 5/10 Leurda

(izotopi-trasori radioactivi), în scopul stabilirii provenienței apei infiltrate în abataj. Aceasta este prima aplicație a acestei metode la zăcămintele de lignit din țara noastră. Cu ajutorul trasorilor radioactivi am efectuat experimentări în scopul determinării provenienței apei infiltrate în abataj la minele Leurda și Horăști. Sursa radioactivă care a permis utilizarea acestei metode de cercetare în bazinul Motru a fost furnizată de Institutul de fizică atomică din București. Metoda de cercetare cu ajutorul izotopilor a fost adaptată condițiilor geologice și hidrogeologice ale zăcămîntului, precum și tehnologiei de exploatare. Descriem, în continuare, experimentarea efectuată la mina Leurda.

Erupția de borchiș dintr-un abataj din septembrie 1977 a creat posibilitatea verificării ipotezei infiltrării în abataj a apei din orizontul acvifer nedrenat din acoperișul stratului XII de lignit. Avaria s-a produs după o avansare de numai 32 m a abatajului, în condițiile drenării, în mare parte, a orizontului acvifer din acoperișul stratelor X și XI de cărbune. Erupția s-a produs în zona intersecției dintre o galerie și abataj. Consecințele erupției au fost rambleierea cu apă și nisip a abatajului pînă la o secție a complexului mecanizat, precum și a galeriei colectoare pe o lungime de 60 m de la front (pe toată secțiunea sa). Hărțile cu izobate la culcușul nisipurilor din acoperișul stratelor X ; XI și XII evidențiază dispunerea, sub formă de cuvetă, a lentilelor acvifere în această parte a cîmpului minier. Lucrările de drenare din zona acestui abataj au constat în plantarea de filtre penetrante cu care s-a acționat asupra orizontului acvifer din acoperișul stratelor X și XI de lignit. Pentru a asigura condiții optime experimentării, s-au săpat două foraje de hidroobservație la 70 m în fața frontului de exploatare a unui abataj. Unul din foraje (F—1) a deschis numai orizontul acvifer din acoperișul stratului XII de cărbune, iar cel de-al doilea foraj (F—2) a deschis numai orizontul acvifer din acoperișul stratului X de lignit. Cele două foraje au constituit locul lansării izotopilor radioactivi, iar o galerie colectoare — zonă de urmărire.

În forajul F—1 s-a lansat izotopul radioactiv Br^{82}. Pentru urmărirea acestuia s-au stabilit două puncte pe galeria respectivă și anume : jompul, situat la 15 m în fața frontului de exploatare la data lansării, care a rămas fix pentru sonda radiometrică pe toată durata măsurătorilor și filtrul cel mai apropiat de frontul abatajului în fața acestuia. Pe porțiunea dintre jomp și front, colectorul asigură o scurgere liberă a apei din surpare. Filtrele sînt situate la 2—3 m distanță între ele și drenează orizonturile acvifere din acoperișul stratelor X și XI de cărbune. Sondele radiometrice au fost introduse în apa captată de jomp și de cel mai apropiat filtru de front. Măsurătorile radiometrice au început cu o zi înainte de lansarea izotopului, în scopul stabilirii fondului natural radioactiv al apei din zonă, fond ce măsoară circa 100 imp/10 s.

După patru zile de la lansare, sonda radiometrică de la jomp înregistrează valori de 10 000 imp/10 s, moment ce corespunde cu sosirea frontului de undă radioactiv. În cel de-al doilea foraj s-a lansat, ca trasor, izotopul radioactiv Na^{24}.

Punctele de urmărire pentru cel de-al doilea izotop au fost aceleași. Sosirea lui la punctele de măsurare a avut loc după trei zile de la lansare, cînd s-a înregistrat o valoare de 15 000 imp/10 s.

În forajul F—1, paralel cu izotopul radioactiv, s-a introdus și izotopul stabil NH 4 Br, care poate fi urmărit o perioadă mai îndelungată.

Măsurătorile radiometrice s-au efectuat în mod continuu de la durata lansării pe cele trei schimburi. Pentru izotopul stabil, recoltări de probe s-au făcut din momentul lansării pe schimburi timp de 15 zile, iar analiza lor în reactorul atomic a confirmat apariția trasorului. Prin rezultatele experimentărilor întreprinse, ipoteza privind influența orizontului acvifer din acoperișul stratului XII de cărbune este astfel confirmată.

Rezultatele cercetărilor în domeniul stabilității taluzurilor „in situ" și de haldă în carierele din Oltenia*

Dr. ing. C. Păsărin
I.C.I.T.P.L.M. Craiova

I. Importanța studierii stabilității taluzurilor

Avantajele tehnico-economice pe care le oferă exploatarea cărbunelui prin cariere, față de exploatarea subterană, au determinat ca această metodă să se dezvolte rapid în toate țările.

Potrivit politicii partidului și statului nostru de valorificare superioară a combustibililor solizi inferiori, în Oltenia, unde sînt cantonate peste 90% din rezervele de lignit ale țării, cunoscute pînă în prezent, au fost deschise și puse în exploatare noi unități miniere de mare capacitate, care și-au adus o însemnată contribuție la realizarea producției totale de cărbune a țării, care, în ultima perioadă, a înregistrat o dinamică mereu ascendentă.

În conformitate cu Directivele celui de-al XII-lea Congres al P.C.R., producția de cărbune a țării va atinge, în anul 1985, un nivel de 85—88,3 mil tone, din care 72—75 mil tone lignit.

La realizarea nivelelor de producție în Oltenia, prevăzute în cincinalul 1981—1985, s-a avut în vedere creșterea într-un ritm accentuat a extracției prin cariere, care, în perioadele următoare, se va desfășura în zone colinare, la adîncimi mari și rapoarte de descopertă ridicate.

În aceste condiții s-au impus cercetări complexe de rezolvare a multor probleme, dintre care o importanță deosebită o prezintă stabilitatea taluzurilor.

Odată cu creșterea adîncimii carierei, valoarea unghiului general de taluz devine un factor hotărîtor în economicitatea exploatării (fig. 1).

La stabilirea unor unghiuri raționale de taluz, trebuie satisfăcut simultan, atît aspectul securității muncii, cît și al rentabilității, cunoscut fiind faptul că mărirea gradului de securitate, prin micșorarea unghiului general de taluz, conduce la diminuarea indicatorilor economici și invers.

Pe baza cunoștințelor teoretice, a cercetărilor efectuate și a observațiilor directe, am reușit să găsim soluția care comportă valorile de siguranță numai strict necesare.

Pentru rezolvarea acestei importante probleme a trebuit să folosim metode moderne de investigare, fundamentare și analiză, unele dintre acestea fiind aplicate pentru prima dată la noi în țară în domeniul respectiv.

* Lucrare susținută în cadrul Simpozionului „Orientări și tendințe actuale în extragerea lignitului", Craiova, 11—12 dec. 1980

II. Studiul proprietăților fizico-mecanice ale rocilor necesare analizei stabilității taluzurilor

Avînd în vedere că proiectarea rațională a carierelor de lignit din Oltenia este strîns legată de cunoașterea cît mai exactă a proprietăților fizico-mecanice ale rocilor ce intervin în procesul tehnologic, am efectuat cercetări

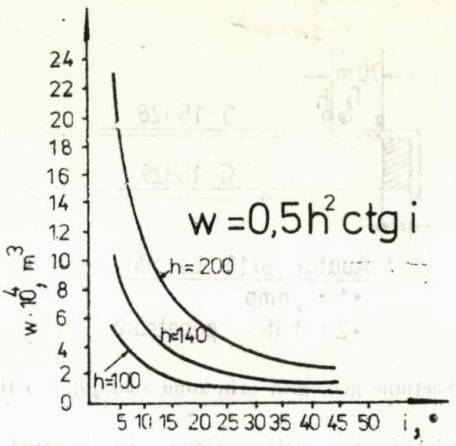


Fig. 1

în laborator și „in situ" pe un volum mare de probe, recoltate sub formă de carote și monoliți.

1. *Încercări de laborator*

Prin determinările de laborator efectuate în conformitate cu normativele în vigoare, au fost scoase în evidență formațiunile aparținînd cuaternarului și pliocenului.

Formațiunile cuaternare sînt alcătuite din nisipuri și bolovănișuri (formațiuni de terasă) și sol vegetal, iar cele pliocene dintr-o alternanță din roci argilo-nisipoase cu grosimi și extinderi variabile de la perimetru la perimetru în care sînt interealate stratele de lignit (fig. 2).

Caracteristicile fizico-mecanice au fost stabilite separat pentru rocile din acoperișul stratului principal de cărbune (stratul V) și pentru cele din culcușul acestui strat, iar pe baza analizei granulometrice și a indicelui de plasticitate am scos în evidență existența mai multor tipuri litologice de roci.

Din punctul de vedere al coeziunii, rocile din acoperișul stratului V au fost grupate în:

— foarte coezive (argilă, argilă grasă, argilă cărbunoasă, argilă marnoasă);

— coezive (argilă prăfoasă, argilă prăfoasă marnoasă, argilă nisipoasă);
— slab coezive (praf nisipos, nisip argilos, prafuri argiloase);
— necoezive (material aluvionar şi formaţiuni de terasă).

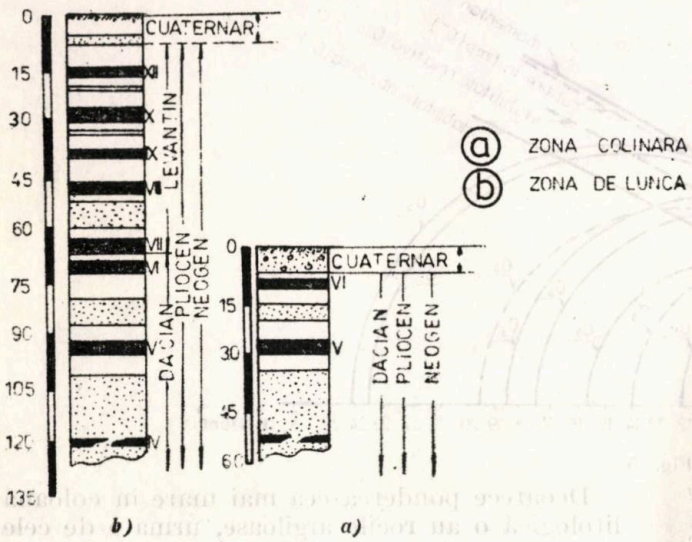


Fig. 2

În culcuşul stratului V au fost identificate roci foarte coezive şi coezive, impermeabile, care, împreună cu cele din stratul IV, formează ecranul protector faţă de orizontul acvifer artezian.

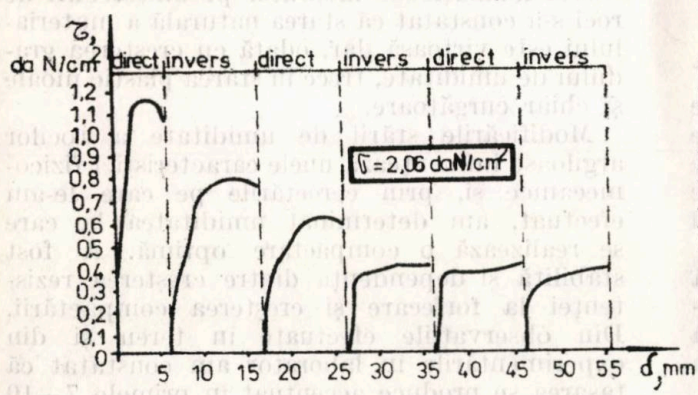


Fig. 3

Pentru a determina parametrii rezistenţei la forfecare, necesari în calculele de stabilitate a taluzurilor, pământurile argiloase marnoase, care au ponderea cea mai mare în coloana litologică, au fost supuse mai multor tipuri de încercări în laborator.

Cercetările şi observaţiile directe ce le-am efectuat în cariere au dus la concluzia că trebuie luate în considerare suprafeţele de discontinuitate preexistente în masa argilelor, ele constituind suprafeţele probabile pe care se vor produce alunecările.

Contactele dintre strate sînt, de regulă, distincte, materializate prin plane de stratificaţie care, din punctul de vedere al solicitărilor mecanice, reprezintă suprafeţe de minimă rezistenţă şi de aceea am efectuat determinări de laborator a rezistenţei de forfecare şi pe aceste contacte.

În carierele din Oltenia, argilele supraconsolidate au o comportare specifică la forfecare prin apariţia celor două tipuri de caracteristici de forfecare: de vîrf şi reziduale.

Pentru stabilirea valorilor acestor caracteristici am efectuat încercări de forfecare reversibilă cu ajutorul casetei de forfecare obişnuită, la care s-au adus unele modificări.

Rezultatele încercărilor sînt redate sub forma curbelor τ şi δ din figura 3.

Pe baza rezultatelor fiecărei serii de încercări s-au obţinut dreptele de tip Coulomb, corespunzătoare rezistenţei de vîrf şi reziduale (fig. 4).

În graficul din figura 4 *b* sînt redate rezultatele pe probe dintr-un monolit din care s-au confecţionat şi probe ce au fost încercate în timp la presiuni laterale de 0; 1; 3 şi 5 daN/cm² şi s-au efectuat şi încercări momentane la aceleaşi presiuni. Pe baza încercărilor au fost construite dreptele înfăşurătoare tip Mohr — Coulomb, corespunzătoare celor patru stadii caracteristice de solicitare (fig. 5).

Parametrii φ şi C corespunzători sînt redaţi în tabelul 1.

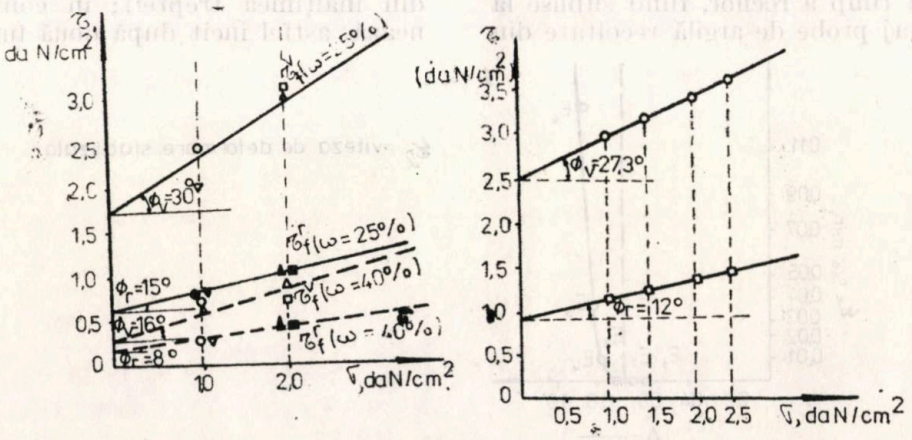


Fig. 4

Analizînd aceste rezultate se observă că rezistența în timp îndelungat, ce corespunde limitei de stabilitate absolută din încercarea triaxială, are o corespondență parțială în rezistența reziduală din încercarea de forfecare

fronturile deschise ale carierelor Beterega, Tismana și Lupoaia, din care a rezultat că valoarea gradului de solicitare, care desparte zona de stabilitate de cea de rupere rapidă, este în jur de 0,7 (fig. 6).

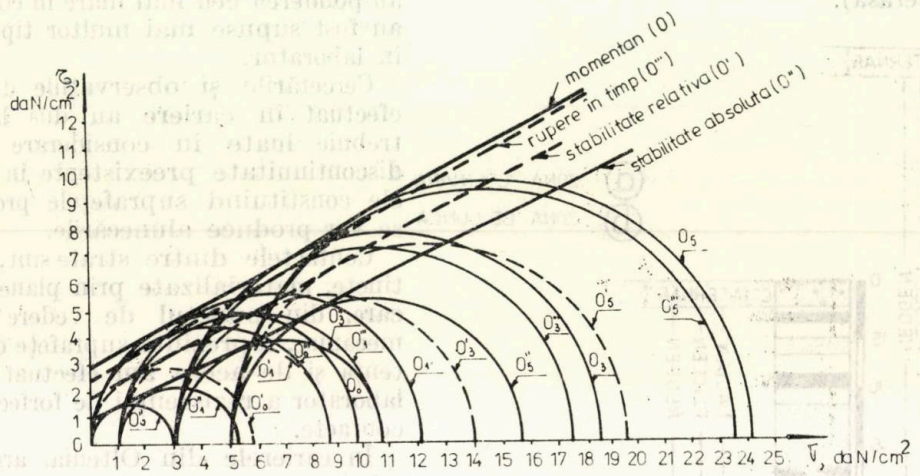


Fig. 5

Tabelul 1

Faza solicitării \ Parametrii	φ	C, daN/cm²
Rupere momentană	34°30′	2,75
Rupere în timp	35°	2,38
Stabilitate relativă	32°	1,70
Stabilitate absolută	29°	0,90

reversibilă : valoarea coeziunii reziduale este practic egală cu cea corespunzătoare limitei de stabilitate absolută. În schimb, unghiul de frecare interioară φ al limitei de stabilitate absolută se apropie sensibil de unghiul φ al rezistenței de vîrf.

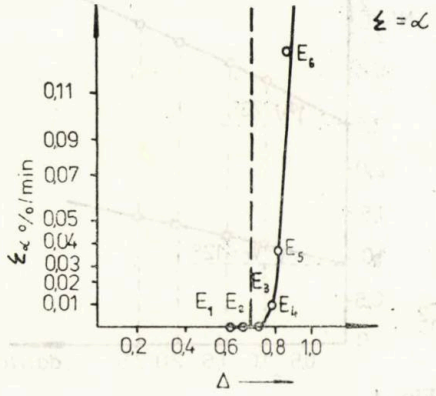
Acest rezultat are o importanță practică deosebită pentru dimensionarea mai economicoasă a taluzurilor, luînd în calcule valoarea reziduală a coeziunii, și se evită încercările în timp folosindu-se cele din încercările reversibile.

Am efectuat, de asemenea, cercetări privind comportarea în timp a rocilor, fiind supuse la încercări de fluaj probe de argilă recoltate din

Deoarece ponderea cea mai mare în coloana litologică o au rocile argiloase, urmate de cele nisipoase, o parte dintre caracteristicile amestecului de material haldat vor fi date de însușirile argilelor, în funcție de proporția cu care intră în acest amestec.

Din analizele de laborator pe amestecuri de roci s-a constatat că starea naturală a materialului este vîrtoasă dar, odată cu creșterea gradului de umiditate, trece în starea plastic moale și chiar curgătoare.

Modificările stării de umiditate a rocilor argiloase influențează unele caracteristici fizico-mecanice și, prin cercetările pe care le-am efectuat, am determinat umiditatea la care se realizează o compactare optimă. A fost stabilită și dependența dintre creșterea rezistenței la forfecare și creșterea compactării. Din observațiile efectuate în teren și din experimentările în laborator am constatat că tasarea se produce accentuat în primele 7—10 zile de la depunerea în haldă (atingînd 19% din înălțimea treptei); în continuare staționează, astfel încît după două luni aceasta este



ε_α =viteza de deformare stabilizata

Fig. 6

aproape nulă. Din cercetările efectuate s-a dedus că sub influența timpului, amestecul de material depus în haldă va suporta tasări mari, iar elementele geometrice ale treptelor (înălțimea, unghiul de taluz) vor căpăta alte valori, în general mai mici, în comparație cu cele realizate inițial.

2. *Încercări efectuate în teren*

În ultimul timp, specialiștii în mecanica rocilor își îndreaptă atenția, tot mai mult, spre perfecționarea aparaturii și metodelor de determinare „in situ" a principalelor caracteristici fizico-mecanice ale rocilor, în scopul obținerii unor valori cît mai apropiate de cele reale.

Cu ajutorul unui dispozitiv de concepție proprie am determinat rezistența la forfecare pe 50 monoliți contecționați pe loc în vatra carierelor Cicani, Beterega, Gîrla și Tismana, conform figurii 7, în care, *1* — mortar de ciment; *2* — ancore de oțel; *3* — piuliță; *4* — monolit; *5* — cutie metalică; *6* — pat de role; *7* — cric; *8* — grindă de lemn; *9* — cric; *10* — suport pentru cric; *11* — grindă de lemn; *12* — pompă manuală de înaltă presiune; *13* — pană.

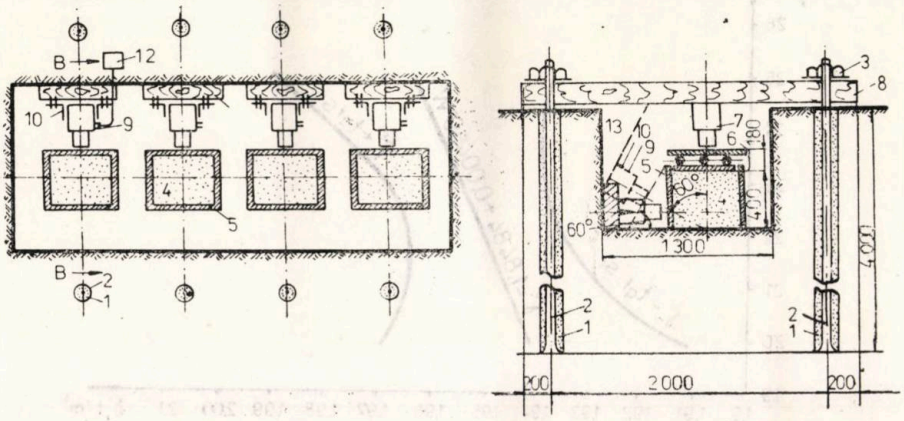


Fig. 7

Prelucrînd statistic datele obținute am stabilit ecuația dreptei de regresie și limitele prin-

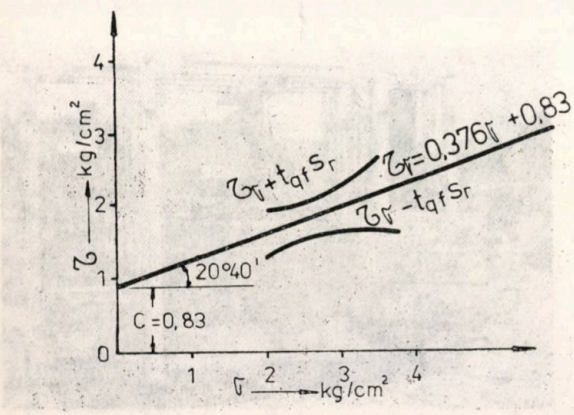


Fig. 8

tre care se cuprind cu o probabilitate de 95% valorile rezistenței la forfecare (fig. 8).

Am determinat, de asemenea, în teren, cu ajutorul stanței și trusei Litvinov, greutatea volumetrică, iar cu ajutorul trusei cu carbid tip Gheret — umiditatea; corelația dintre acești parametri este redată în figura 9.

La carierele aflate în exploatare am efectuat măsurători directe asupra înălțimilor de treaptă și unghiurilor de taluz la fronturile de lucru. Pentru taluzurile „in situ" în graficul din figura 10 este redată corelația între înălțimea de treaptă și unghiul de taluz rezultată din prelucrarea statistică a perechilor de valori h_i și ctg_i măsurate în teren.

În laborator, datorită dimensiunilor mici ale aparaturii, nu pot fi încercate amestecuri de roci care conțin elemente sub formă de bulgări cu dimensiuni mari.

Pentru a stabili comportarea la alunecare a unor asemenea amestecuri, au fost efectuate cercetări, direct în teren, cu ajutorul unui aparat de forfecare (fig. 11) cu secțiuni de 50 × 50 cm; 75 × 75 cm și 100/100 cm (conceput la Institutul de Mine Petroșani).

3. *Alegerea caracteristicilor fizico-mecanice necesare*

În prezent, literatura de specialitate admite că parametrii rezistenței la tăiere constituie baza analizei inginerești corecte a stabilității taluzurilor. Determinarea lor nu este ușoară datorită dificultăților legate de obținerea unor probe reprezentative, modelării corecte în laborator a condițiilor din teren și interpretării rezultatelor. Diferența dintre parametrii reali ai pămînturilor, în condițiile de zăcămînt, și cei determinați în laborator, poate să umbrească toate rafinamentele metodelor de calcul a stabilității taluzurilor.

La nivelul actual de cercetare experimentală, încercările de forfecare directă de tip neconsoli-

dat — nedrenat pe probe argiloase — marnoase tăiate și inundate în prealabil (tip UU — IPP) le-am considerat că modelează situațiile geotehnice cele mai defavorabile — reziduală.

Valorile reprezentative ale caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor le-am stabilit efectuînd un volum însemnat de prelucrări statistico-matematice.

Din cercetările de laborator și „in situ" a rezultat că rocile din acoperișul și culcușul stratelor de lignit sînt, în general, slab consolidate și constituite, preponderent, din argile și nisipuri, iar formațiunea cea mai stabilă și rezistentă este cărbunele.

Complexul argilos-marnos, în proporție de peste 65% în coloana litologică, se caracterizează prin prezența oglinzilor de fricțiune și în perioadele cu precipitații abundente rocile devin plastice moi, cînd se produc alunecări locale și lipiri de material pe organele de lucru ale instalațiilor, creînd greutăți în desfășurarea producției.

III. Metode de calcul a stabilității taluzurilor

1. *Factorii și cauzele alunecărilor de taluzuri*

În practica minieră au loc mereu alunecări de taluzuri, fie în timpul formării acestora, fie după un anumit timp de la terminarea lor, deși, conform calculelor prealabile, nu erau de așteptat, coeficientul de siguranță fiind supraunitar.

Aceste taluzuri, mai întîi pe un interval de timp mai lung sau mai scurt, au fost în echilibru și, cu ochiul liber, nu se putea constata nici o mișcare.

După un anumit timp încep să apară „vestitori" ai alunecării — fisuri la suprafață în

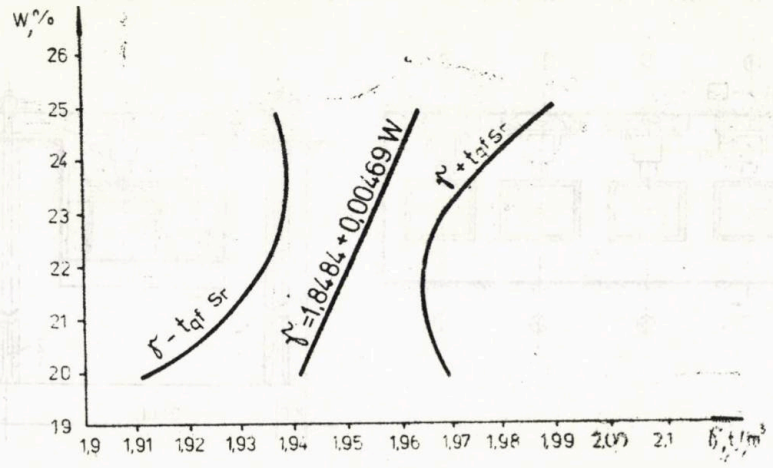


Fig. 9

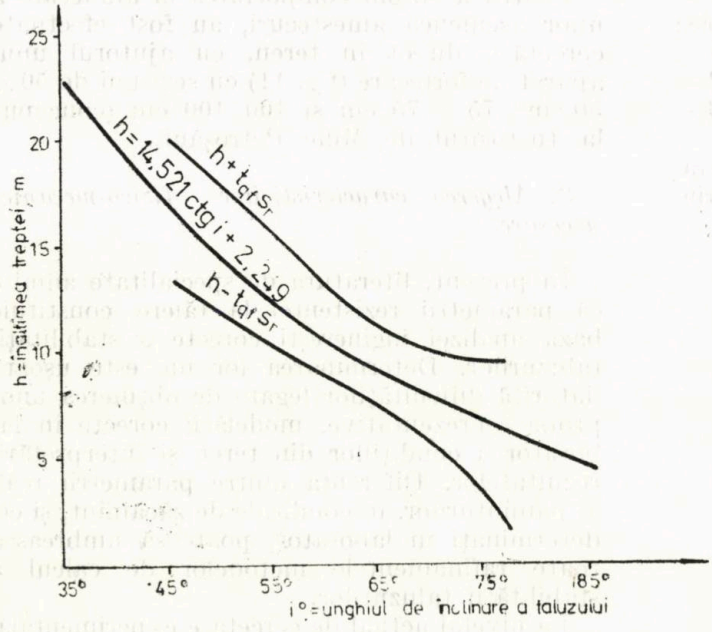


Fig. 10

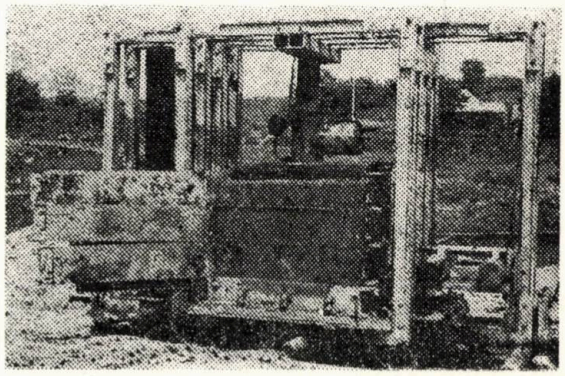


Fig. 11

faţa frontului. Aceasta înseamnă că de la construirea taluzului şi pînă în momentul survenirii surpării, a avut loc o schimbare a tensiunilor interioare sau o schimbare a proprietăţilor de rezistenţă. Evident că au putut avea loc şi ambele procese simultan. Trecerea unui taluz din starea de stabilitate în starea de instabilitate este cauzată de:

- modificarea forţelor interne sau externe care acţionează asupra taluzului;
- modificarea caracteristicilor de rezistenţă a pămînturilor din corpul taluzului.

O alunecare are loc cînd tensiunea de forfecare τ, care ia naştere pe suprafaţa de alunecare, este mai mare decît rezistenţa la forfecare a pămîntului τ_f. O influenţă mare asupra acestui fenomen o au apa şi fisurile din tensiune.

2. *Metode de calcul a stabilităţii taluzurilor bazate pe echilibrul limită*

Stabilitatea taluzurilor se verifică prin metode de calcul devenite clasice, existente în mai multe variante, putînd fi adaptate la cele mai diferite situaţii. Introducerea „Metodei Elementului Finit" (MEF) permite calculul stării de eforturi şi deformaţii în diferite puncte ale masivului, dar aplicarea acestei metode este legată de dificultăţi privind pregătirea datelor de intrare, multitudinea parametrilor utilizaţi şi greutăţi în stabilirea lor pe cale experimentală; de aceea se utilizează în cazuri mai speciale.

În practica curentă continuă să fie folosite metode bazate pe echilibrul limită, procedînd la împărţirea masei alunecătoare în fişii, ceea ce oferă o serie de avantaje şi anume:

- simplitatea calculelor numerice în condiţiile posibilităţilor de aplicare a metodei la cele mai diverse probleme practice;
- posibilitatea de a lua în considerare, fără dificultăţi de calcul deosebite, acţiunea hidrostatică şi hidrodinamică, precum şi presiunea apei din pori în exces în perioada consolidării.

Forme ale suprafeţelor de cedare adoptate în calculele de stabilitate

Din punct de vedere istoric, primele tipuri de suprafeţe utilizate pentru studiul stabilităţii taluzurilor au fost cele plane. Observaţiile din teren au dovedit însă că, în majoritatea cazurilor, alunecările au loc după suprafeţe curbe.

Eterogenitatea treptelor „in situ" şi de haldă impune ca studiul să se facă prin împărţirea taluzului în fişii verticale, echilibrul static fiind analizat pentru fiecare fişie în parte.

Alegerea metodelor de calcul

Avînd în vedere condiţiile geologico-miniere specifice carierelor din Oltenia, din cercetările efectuate a rezultat că cel mai bine pentru stabilirea elementelor geometrice ale treptelor se potriveşte metoda Verdeyen; pentru uşurarea proiectării taluzurilor prin acest procedeu am întocmit un grafic (fig. 12).

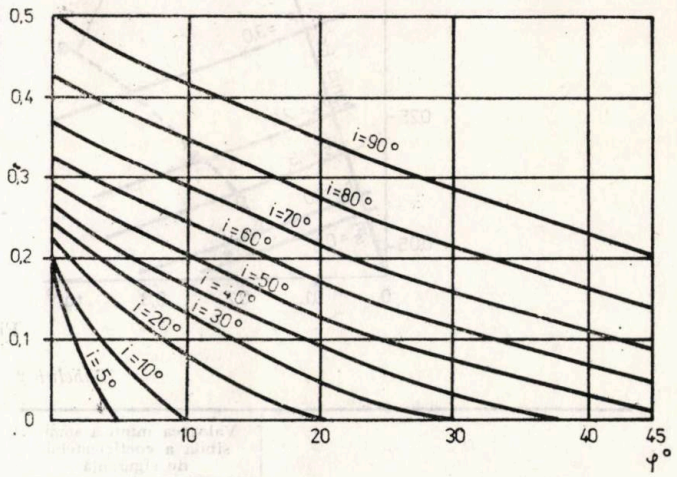


Fig. 12

Pentru a verifica stabilitatea taluzurilor, respectiv pentru calculul coeficientului de siguranţă, pe baza cercetărilor efectuate am adoptat metoda Janbu, care se poate aplica pentru orice formă a suprafeţei potenţiale de alunecare. Valorile coeficienţilor de siguranţă obţinuţi diferă puţin de cele obţinute prin MEF.

Coeficientul de siguranţă a stabilităţii taluzurilor

Coeficientul de siguranţă exprimă gradul de stabilitate a unui taluz şi este definit în mai multe moduri. Cea mai potrivită definiţie am considerat-o pe aceea care apreciază stabilitatea taluzului în condiţiile de variaţie a valorilor unghiului de frecare interioară şi coeziunii în funcţie de gradul de umiditate al materialului ce compune taluzul (fig. 13).

În ideea corelării coeficientului de siguranţă cu caracterul provizoriu sau definitiv al taluzului şi implicaţiile pe care le-ar avea o eventuală cedare, am recomandat ca la calculele de stabilitate a taluzurilor pentru carierele din Oltenia să se respecte valorile din tabelul 2.

Întrucît şi prin metoda Janbu coeficientul de siguranţă se calculează pentru o suprafaţă potenţială de alunecare dinainte stabilită, re-

zultă că pentru a găsi valoarea critică, respectiv coeficientul de siguranță minim, este necesar a se analiza cît mai multe suprafețe. Pentru a ușura munca, am întocmit programe de calcul automat scris în limbaj FORTRAN IV pentru calculatorul FELIX 256.

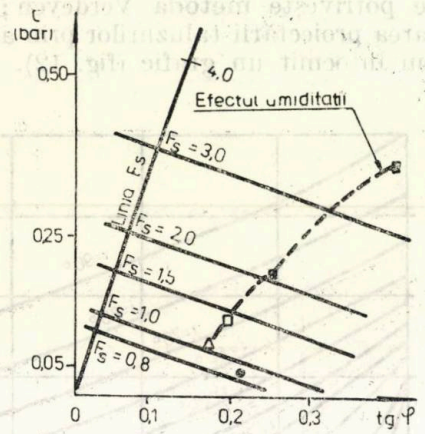


Fig. 13

Tabelul 2

Caracterul taluzului	Valoarea minimă admisibilă a coeficientului de siguranță	
	pentru trepte cu $h_{max} \leq 30$ m	pentru taluzuri generale ale carierelor cu $h_{max} \leq 120$ m
Taluzuri de lucru	1,1	1,3
Taluzuri provizorii (durată de ordinul săptămînilor sau lunilor de zile)	1,3	1,5
Taluzuri de lungă durată (de ordinul anilor, zecilor de ani)	1,5	2,0

3. *Verificarea stabilității taluzurilor la carierele din Oltenia*

Metodele și programele automate de calcul prezentate mai sus, la unele cariere au fost folosite încă din etapa de proiectare. Verificarea stabilității treptelor de lucru s-a făcut pentru trepte cu înălțimi de 10, 20 și 30 m, la unghiuri de taluz de 30, 45, 60 și 75°, iar din calculele efectuate am desprins următoarele:

— valoarea coeficientului de siguranță se reduce odată cu creșterea înălțimii de treaptă și a unghiului de taluz;

— pămînturile nisipoase sînt mai stabile, coeficientul de siguranță este mai mare decît la cele prăfoase sau argiloase la aceleași unghiuri de taluz pentru înălțimi de treaptă de 20 și 30 m.

Prezența intercalațiilor nisipoase dispuse orizontal contribuie la creșterea coeficientului de siguranță, cu atît mai mult cu cît grosimea acestora este mai mare.

Calculele de stabilitate ale taluzurilor generale au fost efectuate pentru unghiuri cuprinse între 8 și 16° și înălțimi ale carierei de 80, 120 și 140 m, în două ipoteze:

— neluînd în considerare influența apei din pori, sistemul de asecare funcționînd normal;

Incer.	Conditii încercare	C(bar)	φ	Fs
■	Netulburat-ωnaturala	0,360	22°	3,81
▣	Proba înecata 1 zi	0,180	14°	2,10
□	Proba înecata 2 zile	0,122	10,5°	1,45
Δ	Proba saturata	0,086	10°	1,15
•	Rezistenta reziduala la ωnaturala	0,038	12°	0,93

— luînd în considerare influența apei, în ipoteza întreruperii temporare în funcționare a sistemului de asecare.

În condițiile speciale de lucru, într-o zonă (cota 330 m) de la cariera Jilț-Sud am verificat stabilitatea treptei (cu înălțimea de 25 m și unghiul de 55°) folosind MEF; rezultatele, comparativ cu metodele clasice, sînt redate în figura 14.

Valorile coeficienților de siguranță, rezultate din calculele pe care le-am efectuat, au un caracter aleator, datorită, în principal, neomogenității materialului din care este constituită treapta.

Tratarea, în mod unitar, a rezultatelor obținute pentru diferite situații geotehnice locale — ipoteze asupra parametrilor rezistenței la forfecare și asupra unor tehnologii impuse — prezintă un avantaj evident și se poate realiza

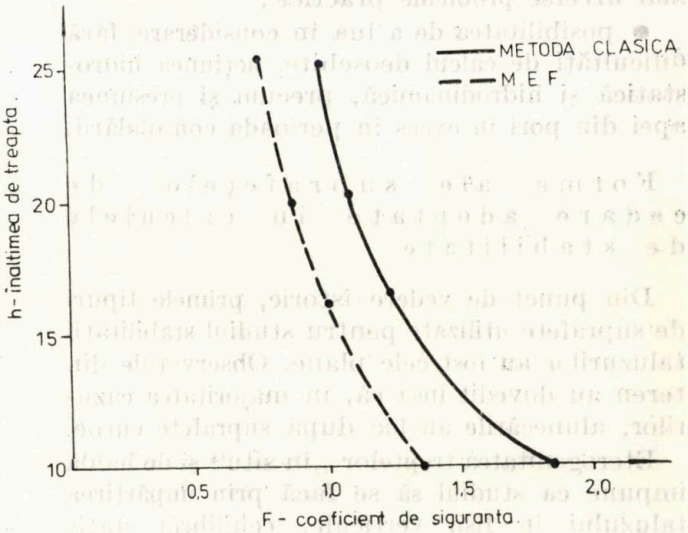


Fig. 14

prin intermediul corelației liniare simple sau multiple.

În baza teoriei corelației, pentru înălțimi de treaptă de 10, 20 și 30 m la care se excavează în carierele din Oltenia, am stabilit corelația între coeficientul de siguranță, înălțimea de treaptă și unghiul de taluz, obținînd ecuația de regresie :

$$F = 1{,}126 - 0{,}03337\ h + 0{,}625\ M$$

pe baza căreia au fost trasate graficele de variație (fig. 15)

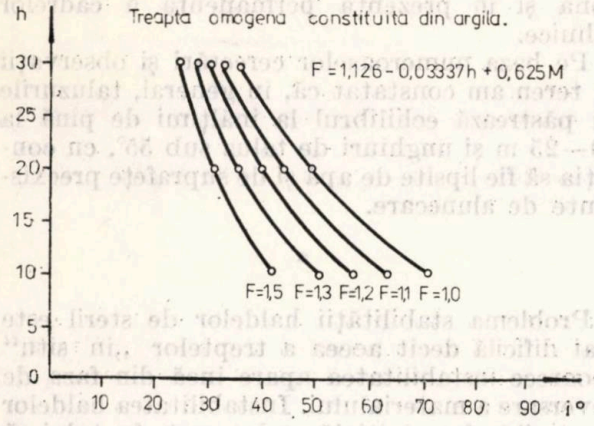


Fig. 15

În același mod a fost stabilită și corelația în cazul taluzului general, obținînd următoarele ecuații de regresie :

$$F = 1{,}08 - 0{,}0494\ h + 0{,}33\ M \quad r_u = 0{,}00$$
$$F = 0{,}90 - 0{,}0447\ h + 0{,}25\ M \quad r_u = 0{,}25$$

pe baza cărora a fost trasat graficul de corelație din figura 16.

O problemă de care ne-am ocupat în cercetările noastre a fost aceea legată de influența

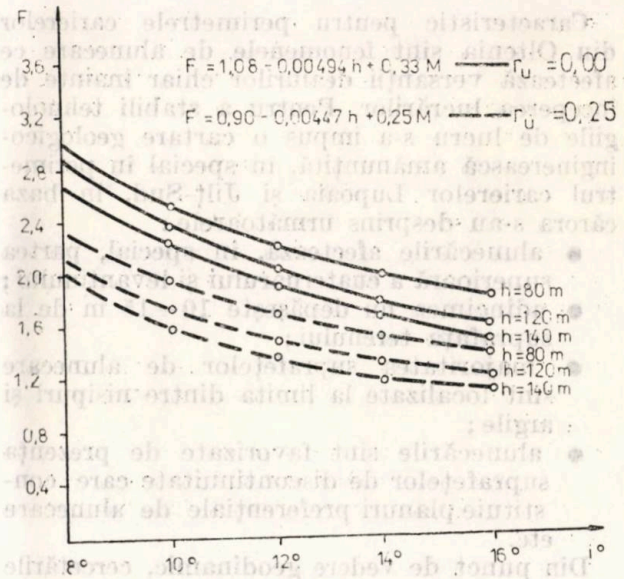


Fig. 16

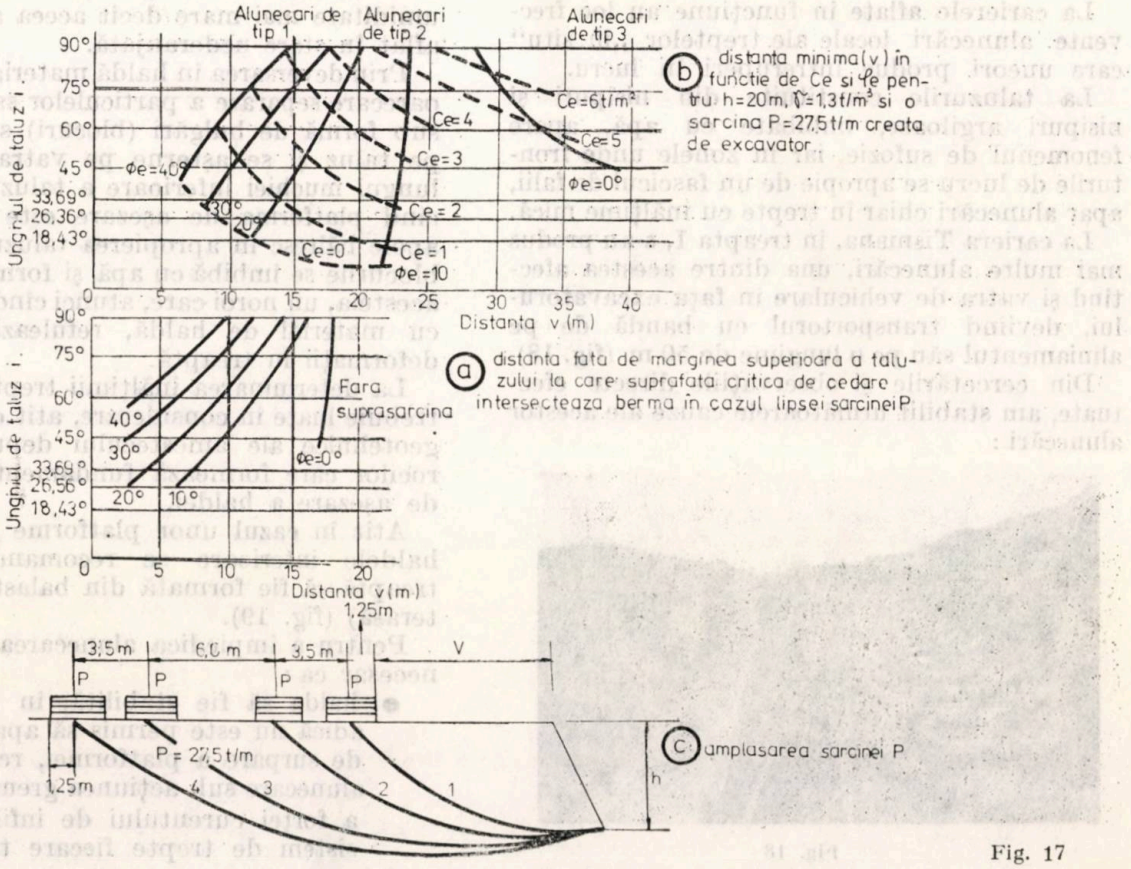


Fig. 17

greutății utilajelor asupra stabilității taluzurilor, reușind să stabilim distanța la care trebuie amplasat utilajul față de muchia superioară a treptei inferioare de lucru (fig. 17).

IV. Fenomene fizico-geologice apărute pe parcursul desfășurării activității

1. *Alunecări de versanți și taluzuri*

Caracteristic pentru perimetrele carierelor din Oltenia sînt fenomenele de alunecare ce afectează versanții dealurilor chiar înainte de începerea lucrărilor. Pentru a stabili tehnologiile de lucru s-a impus o cartare geologico-inginerească amănunțită, în special în perimetrul carierelor Lupoaia și Jilț-Sud, în baza cărora s-au desprins următoarele:

- alunecările afectează, în special, partea superioară a cuaternarului și levantinului;
- adîncimea nu depășește 10—15 m de la suprafața terenului;
- majoritatea suprafețelor de alunecare sînt localizate la limita dintre nisipuri și argile;
- alunecările sînt favorizate de prezența suprafețelor de discontinuitate care constituie planuri preferențiale de alunecare etc.

Din punct de vedere geodinamic, cercetările au stabilit următoarele tipuri de alunecări: active, temporar stabilizate și stabilizate.

La carierele aflate în funcțiune au loc frecvente alunecări locale ale treptelor „in situ" care uneori produc întreruperi în lucru.

La taluzurile constituite din nisipuri și nisipuri argiloase, îmbibate cu apă, apare fenomenul de sufozie, iar în zonele unde fronturile de lucru se apropie de un fascicul de falii, apar alunecări chiar în trepte cu înălțime mică.

La cariera Tismana, în treapta I, s-au produs mai multe alunecări, una dintre acestea afectînd și vatra de vehiculare în fața excavatorului, deviind transportorul cu bandă de pe aliniamentul său pe o lungime de 50 m (fig. 18).

Din cercetările și observațiile directe efectuate, am stabilit următoarele cauze ale acestor alunecări:

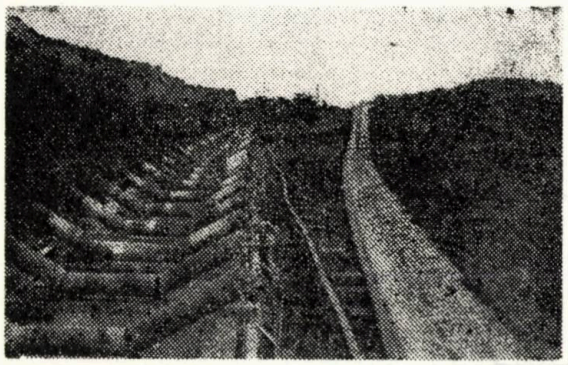


Fig. 18

— existența unor zone de faliere în vecinătatea blocurilor excavate;

— desechilibrarea masivului datorită excavațiilor de la piciorul versanților;

— desfășurarea excavațiilor într-o treaptă care pe unele porțiuni atingea înălțimea de 30 m și un unghi de taluz de peste 60°;

— modificarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor datorită pătrunderii apelor în taluz prin fisurile de la suprafața acestuia;

— vibrațiile din taluz cauzate de excavator în timpul funcționării.

De fiecare dată, lucrul a fost reluat pe baza unor programe special stabilite pentru fiecare zonă și în prezența permanentă a cadrelor tehnice.

Pe baza numeroaselor cercetări și observații în teren am constatat că, în general, taluzurile își păstrează echilibrul la înălțimi de pînă la 20—25 m și unghiuri de taluz sub 55°, cu condiția să fie lipsite de apă și de suprafețe preexistente de alunecare.

*

Problema stabilității haldelor de steril este mai dificilă decît aceea a treptelor „in situ" deoarece instabilitatea apare încă din faza de deversare a materialului. Instabilitatea haldelor de steril în faza inițială se datorește faptului că se depune un amestec de material în stare afînată, foarte heterogen și de multe ori cu o umiditate mai mare decît aceea a materialului aflat în stare nederanjată.

Prin deversarea în haldă materialul suferă și o oarecare separare a particulelor sale. Materialul sub formă de bulgări (blocuri) se rostogolește pe taluz și se așterne pe vatra treptei de-a lungul muchiei inferioare a taluzului. În cazul cînd platforma de așezare este nedrenată și apele băltesc în apropierea taluzului de haldă, blocurile se îmbibă cu apă și formează, la baza acesteia, un noroi care, atunci cînd este încărcat cu material de haldă, refulează și produce deformații în treaptă.

La determinarea înălțimii treptelor de haldă trebuie luate în considerare, atît caracteristicile geotehnice ale amestecului depus, cît și ale rocilor care formează fundamentul platformei de așezare a haldei.

Atît în cazul unor platforme moi, cît și la haldele interioare se recomandă ca prima treaptă să fie formată din balast (material de terasă) (fig. 19).

Pentru a împiedica alunecarea haldelor este necesar ca:

- halda să fie stabilită, în totalitatea ei, adică nu este permis să apară nici un fel de surpare a platformei, respectiv nici o alunecare sub acțiunea greutății proprii și a forței curentului de infiltrație; la un sistem de trepte fiecare taluz în parte

trebuie astfel construit încît acestea să fie stabile prin ele însele;

- elementele constructive ale corpului de haldă nu trebuie să depășească anumite dimensiuni pentru a evita creșterea bruscă

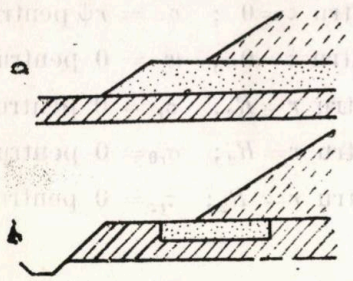


Fig. 19

a presiunii interstițiale la apariția unor trepidații;

- să nu se permită nici un fel de spălare a amestecului haldat prin curenți de infiltrație din corpul și de la baza haldei; pe cît posibil trebuie evitată orice eroziune de suprafață provocată de precipitațiile atmosferice.

Și la haldă, mai ales la carierele Gîrla și Tismana, au avut loc mai multe alunecări și din cercetările efectuate s-au stabilit următoarele cauze:

— depunerea în haldă a unui material nisipos-argilos cu umiditate ridicată a cărui stare de consistență se apropie de cea plastic curgătoare;

— înfrățirea haldei interioare cu taluzul trașeei de deschidere prin depunerea treptei înaintașe la o înălțime mai mare cu 4—5 m decît adîncimea tranșeei de deschidere;

— depunerea sterilului pe o platformă nedrenată;

— înclinarea vetrei carierei în aceeași direcție cu sensul de avansare a frontului de haldare;

— existența pe vatra carierelor a unor plăci de cărbune etc.

Deplasarea masei alunecate a avut, în multe cazuri, un caracter activ datorită depunerii cu abzețerul peste blocurile alunecate a sterilului rezultat de la descopertă.

De asemenea, datorită existenței în fronturile de lucru a unor lentile constituite din nisipuri argiloase îmbinate cu apă, cu un coeficient de cedare foarte redus, materialul excavat se depune în haldă cu o umiditate ridicată. Au fost frecvente cazurile cînd abzețerul, vehiculînd pe un astfel de material, s-a împotmolit, cauzînd întreruperi în procesul de producție.

Concluzii

În materialul de față au fost prezentate o parte din cercetările pe care le-am efectuat în domeniul respectiv, deschizînd în acest fel noi căi de cercetare care ar consta în:

— perfecționarea metodelor de investigare a stabilității taluzurilor folosind și calculul variațional;

— perfecționarea procedeelor și a aparaturii de măsură și control (AMC) pentru urmărirea comportării în timp a taluzurilor, în scopul elucidării problemelor legate de ruperea progresivă;

— perfecționarea continuă a tehnologiilor de lucru și a organizării muncii în cariere, în scopul creării condițiilor de stabilitate a taluzurilor „in situ" și de haldă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dermietzel, E. *Cu privire la problema trăiniciei și rezistenței la stabilitatea taluzurilor în carierele de cărbune brun.* Bergbauwissenschaften, **23**, 1965.

[2] Păsărin, C. *Stabilitatea taluzurilor in situ la carierele adînci de lignit din Oltenia.* Teză de doctorat, 1978.

[3] * * * *Cercetări privind stabilitatea taluzurilor în carierele din Oltenia.* Studii elaborate de către ICITPML-Craiova în colaborare cu I. M. Petroșani, I.C.H. și I.S.P.I.F. București.

Dispozitive antivibratorii din poliuretan dur utilizate la mașini miniere

Prof. dr. doc. **I. Constantinescu** și dr. ing. **Al. Darabont**

I. Introducere

Vibrațiile produse de mașinile miniere pot avea cauze destul de variate, unele inerente procesului tehnologic sau principiului de funcționare al mașinii, altele datorate unor inexactități de execuție, defecte, uzuri.

Procesul tehnologic este cauza vibrațiilor provocate de ciocanele pneumatice, concasoare, ciururi vibrante ș.a. În astfel de cazuri nu se poate acționa asupra sursei vibrației, ci se realizează un dispozitiv antivibrator sau o fundație care să permită o izolare activă pentru protejarea operatorului sau a instalațiilor învecinate. Principiul de funcționare al mașinilor cu mișcare alternativă, motoare, compresoare și pompe cu piston, constituie cauzele forțelor periodice care produc vibrații.

Inexactitățile de execuție constituie cauze de vibrații și la mașinile cu mișcare circulară uniformă ca: turbine, motoare și generatoare electrice, ventilatoare, turbocompresoare ș.a.

Izolarea antivibratorie a mașinilor și instalațiilor are drept scop să le protejeze de efectele nocive ale vibrațiilor produse de acestea sau de alte surse, precum și să reducă la minimum efectele vibrațiilor asupra mediului înconjurător.

Pentru izolarea antivibratorie a mașinilor miniere, pînă acum o largă utilizare au avut-o dispozitivele avînd ca element principal cauciucul. Dar, cauciucul este supus fenomenului de îmbătrînire și, în plus, este atacat de agenții corozivi din subteran.

Din această cauză, în ultimul timp, în locul cauciucului se utilizează poliuretanul dur.

Poliuretanii constituie o clasă de materiale plastice, ce se remarcă prin proprietățile lor cu totul deosebite, reunind calități ale cauciucurilor convenționale, ale maselor plastice și ale metalelor.

Combinația de proprietăți ca: rezistență ridicată la abraziune, uleiuri și acizi, rezistență mare la compresiune, alungire și sfîșiere, o duritate foarte bună, concomitent cu o elasticitate remarcabilă, explică numeroasele aplicații ale poliuretanilor din ultimii treizeci de ani.

II. Metodologia de calcul a unor piese din poliuretan dur

1. *Rondea circulară*

Considerăm rondeaua circulară cu rol de amortizor din figura 1, supusă la efort de răsucire sub acțiunea momentului M. Piesa face corp comun la extremități cu două rondele.

Utilizînd coordonate cilindrice, ecuațiile cu derivate parțiale care caracterizează starea corpului sînt de forma:

$$\nabla^2 u - \frac{u}{r^2} + \frac{\partial}{\partial r}(s + \alpha_T \cdot T) + R'_r = 0;$$

$$\nabla^2 v - \frac{v}{r^2} + R'_\theta = 0;$$

$$\nabla^2 w + \frac{\partial}{\partial z}(s + \alpha_T \cdot T) + R'_z = 0; \qquad (1)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial (ur)}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 3\alpha_T T$$

unde:

u, v și w sînt deplasările după cele trei direcții;
r — raza polară;
θ — unghiul polar;
s — este o funcție de presiune;
R'_r; R'_θ și R'_z — forțele care apar după direcția razei polare r, unghiului polar θ și cotei z;
T — temperatura mediului ambiant;
α_T — coeficientul de dilatare liniară.

Conform figurii 1, condițiile la limită sînt următoarele:

$u = 0$ pentru $z = 0$; $u = 0$ pentru $z = h$;
$v = 0$ pentru $z = 0$; $v = r\psi$ pentru $z = h$;
$w = 0$ pentru $z = 0$; $w = 0$ pentru $z = h$;
$\sigma_r = 0$ pentru $r = R_2$; $\sigma_r = 0$ pentru $r = R_1$;
$\tau_{r\theta} = 0$ pentru $r = R_2$; $\sigma_{r\theta} = 0$ pentru $r = R_1$;
$\tau_{rz} = 0$ pentru $r = R_2$; $\tau_{rz} = 0$ pentru $r = R_1$ (2)

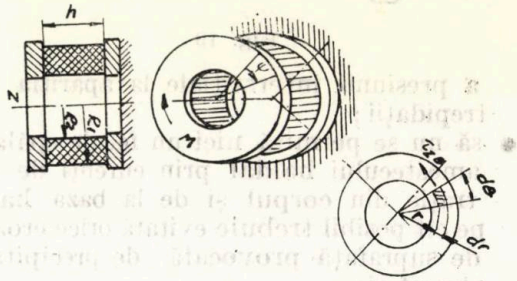


Fig. 1. Rondea circulară supusă la efort de răsucire

unde:

ψ este deformația unghiulară;
σ_r — efortul normal;
τ — efortul tangențial.

Deoarece figura este simetrică, în relația (2) avem:

$$u = 0; \quad w = 0; \quad s = 0$$

deci:

$$\sigma_r = \sigma_z = \sigma_\theta = \tau_{rz} = 0.$$

Rămîn deci numai următoarele condiții:

$v = 0$ pentru $z = 0$; $v = r\psi$ pentru $z = h$;
$\tau_{r\theta} = 0$ pentru $r = R_2$; $\tau_{r\theta} = 0$ pentru $r = R_1$.

În aceste condiții, sistemul de ecuații din relația (1) devine:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial u}{\partial r}\right) - \frac{v}{r^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = 0. \qquad (3)$$

Încercînd o soluție de forma:

$$v = r^n f(z)$$

relația (3) devine:

$$(n^2 - 1) \cdot r^{n-2} \cdot f(z) + r^n \cdot f(z) = 0. \qquad (4)$$

Ecuația este satisfăcută pentru condițiile $n = \pm 1$ și $f''(z) = 0$, adică:

$$v = (C_1 z + C_2) r + (C_3 z + C_4) \frac{1}{r}. \qquad (5)$$

Condiţiile la limită pot fi satisfăcute numai dacă :

$$C_2 = C_3 = C_4 = 0\,; \quad C_1 = \frac{\psi}{h},$$

deci relaţia (5) devine :

$$v = \frac{\psi}{h} zr \tag{6}$$

Deoarece deformaţia $\gamma_{r\theta} = r\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{v}{r}\right) = 0$,

avem $\tau_{r\theta} = 0$.

Expresia momentului de torsiune este :

$$M = \int_A r \cdot \tau_{r\theta}\, dA = \int_{R_2}^{R_1}\int_0^{2\pi} r^2 \cdot \tau_{z\theta}\, dr\, d\theta \cdot$$

Deoarece însă :

$$\tau_{z\theta} = G\gamma_{z\theta} = G\frac{\partial v}{\partial z} = G\frac{\psi}{h} r$$

expresia momentului de torsiune devine :

$$M = G\frac{\psi}{h}\int_{R_2}^{R_1}\int_0^{2\pi} r^3\, dr\, d\theta = \frac{\pi G\,(R_1^4 - R_r^5)}{2h}\psi \tag{7}$$

unde G este modulul de elasticitate transversal al materialului.

Expresia efortului la forfecare va fi de forma :

$$\tau_{z\theta} = \frac{2 \cdot M_r}{\pi(R_1^4 - R_2^4)}. \tag{8}$$

2. *Articulaţie cilindrică*

Considerăm articulaţia cilindrică din figura 2, montată între axul *1* şi cămaşa exterioară metalică *2*. Presupunem că axul este încastrat, iar cămaşa exterioară este acţionată de un moment M. Aceasta ne permite să considerăm :

$$u = 0\,; \; w = 0\,; \; s = 0\,; \; v = v\,(r) \tag{9}$$

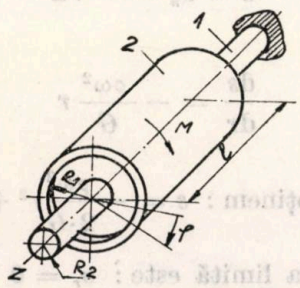


Fig. 2. Articulaţie cilindrică

În aceste condiţii, din ecuaţiile (1) rezultă :

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) - \frac{v}{r^2} = 0 \tag{10}$$

a cărei soluţie este de forma :

$$v = C_1 r + C_2\frac{1}{r} \tag{11}$$

Conform figurii 2, condiţiile la limită sînt :

$$v(R_2) = 0\,; \quad v(R_1) = R_1\varphi \tag{12}$$

unde φ este deformaţia unghiulară.

Înlocuind în (11) obţinem :

$$C_1 R_2 + C_2\frac{1}{R_2} = 0\,; \quad C_1 R_1 + C_2\frac{1}{R_1} = R_1\varphi,$$

de unde :

$$C_1 = \frac{\varphi}{1-\alpha^2}\,; \quad C_2 = \frac{\varphi R_2^2}{\alpha^2 - 1}\,; \quad \alpha = \frac{R_2}{R_1}.$$

Prin urmare deplasarea v va avea expresia :

$$v = \frac{\varphi r}{1-\alpha^2}\left(1 - \frac{R_2^2}{r^2}\right) \tag{13}$$

Deformaţia se va calcula cu relaţia :

$$\gamma_{r\theta} = r\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{v}{r}\right) = \frac{2 \cdot C_2}{r^2} = \frac{2\varphi R_2^2}{(1-\alpha^2)r^2} \tag{14}$$

iar efortul tangenţial :

$$\tau_{r\theta} = G\gamma_{r\theta} = \frac{2\varphi G R_2^2}{(1-\alpha^2)r^2} \tag{15}$$

Dependenţa dintre momentul M şi deformaţia unghiulară se va calcula cu relaţia :

$$M = \int_A R_r \cdot \tau_{r\theta}(R_2)\, dA = \frac{2 \cdot R_2^2 G\varphi}{1-\alpha^2}\int_0^l\int_0^{2\pi} d\theta dz$$

de unde rezultă :

$$M = \frac{4\pi^2 R_2^2 Gl}{1-\alpha^2}\varphi \tag{16}$$

3. *Articulaţie conică*

Considerăm articulaţia conică din figura 3. Pentru studiul acestui caz este mai comod să se utilizeze coordonate cilindrice. Condiţiile la limită sînt următoarele :

$v = \psi r \sin\varphi_1$ pentru $\varphi = \varphi_1$ şi $v = 0$ pentru $\varphi = \varphi_2$, unde ψ este unghiul de rotire.

De asemenea, putem considera :

$$u = 0\,; \; w = 0\,; \; s = 0\,; \; v = r \cdot f(\varphi) \tag{17}$$

Ecuaţia diferenţială care caracterizează deformaţia sistemului este de forma :

$$2 \cdot f(\varphi) - f(\varphi) \frac{1}{\sin^2 \varphi} + f'(\varphi) \operatorname{ctg} \varphi + f''(\varphi) = 0 \tag{18}$$

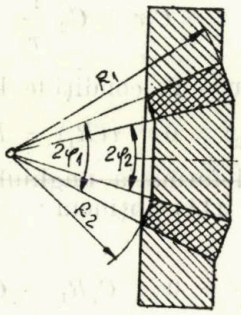


Fig. 3. Articulaţie conică

a cărei soluţie este :

$$f(\varphi) = C_1 \left(\sin \varphi \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \operatorname{ctg} \varphi \right) + C_2 \sin \varphi \tag{19}$$

Pentru efortul tangenţial rezultă o expresie de forma :

$$\tau_{r\theta} = Gf'(\varphi) - f(\varphi) \operatorname{ctg} \varphi = 2 \cdot G \cdot C_1 \frac{1}{\sin^2 \varphi}$$

Din condiţiile la limită obţinem expresiile constantelor de integrare C_1 şi C_2 :

$$C_1 = \psi D \left(\operatorname{ctg} \varphi_2 - \sin \varphi_2 \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2} \right) \sin \varphi_1 ;$$

$$C_2 = \psi D \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 ;$$

$$D = \left[\left(\sin \varphi_1 \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} - \operatorname{ctg} \varphi_1 \right) \left(\operatorname{ctg} \varphi_2 - \right. \right.$$

$$\left. \left. - \sin \varphi_2 \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2} \right) + \sin \varphi_2 \right]^{-1}$$

Relaţia dintre momentul M şi unghiul de rotire este :

$$M = \int_{R_2}^{R_1} \int_{0}^{2\pi} \tau_{r\theta}(\varphi_1) r \sin \varphi_1 \, d\theta dr,$$

de unde rezultă :

$$M = 2\pi\psi D \left(\operatorname{ctg} \varphi_2 - \sin \varphi_2 \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2} \right) (R_1^2 - R_2^2) \tag{20}$$

4. *Rolă în mişcare de rotaţie*

Să considerăm rola de rază R_1 din figura 4, care se roteşte cu o viteză unghiulară ω mare, împreună cu axul metalic de rază R_2.

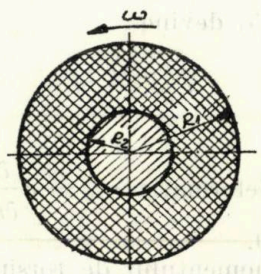


Fig. 4. Rolă în mişcare de rotaţie

Dacă rola are o lungime destul de mare, se poate considera :

$$v = 0 ; \; w = 0 ; \; u = u(r).$$

Condiţia de a nu se comprima este :

$$\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} = 0,$$

de unde rezultă :

$$u(r) = \frac{C}{r} .$$

Pe de altă parte, din sistemul de ecuaţii (1) rezultă :

$$\frac{\partial s}{\partial r} + R_r' = 0 ; \quad \frac{\partial s}{\partial z} = 0 ; \quad \frac{\partial s}{\partial \theta} = 0 \tag{21}$$

unde :

$$R_r' = \frac{R_r}{G} = - \frac{a \cdot \rho}{G}$$

în care :

R_r este în cazul nostru forţa de inerţie ;

a — acceleraţia ;

ρ — densitatea poliuretanului.

Dacă viteza unghiulră ω este constantă, a va fi componenta normală a acceleraţiei, adică :

$$a = a_n = - r\omega^2$$

deci :

$$\frac{ds}{dr} = - \frac{\rho \omega^2}{G} r$$

Integrînd obţinem : $s = - \frac{\rho \omega^2}{2 \cdot G} r^2 + C_1$

Condiţia la limită este : $\sigma_r = 0$ pentru $r = R_1$, care permite determinarea constantei C_1.

Eforturile normale sînt :

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_z = G \cdot s = -\frac{\rho\omega^2}{2} r^2 + C_1 G$$

deci :

$$C_1 = \frac{\rho\omega^2}{2 \cdot G} R_1^2$$

5. *Amortizor sferic supus la sarcini axiale*

Să considerăm amortizorul sferic din figura 5 supus la sarcina axială P. Pentru studiul sistemului vom utiliza coordonate sferice.

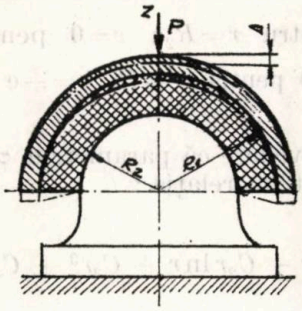


Fig. 5. Amortizor sferic supus la sarcină axială.

Ca urmare a simetriei sistemului, vom lua în considerare numai deplasarea u în direcţia razei r. Deplasarea u se va putea exprima sub forma :

$$u = -\Delta f(r)\cos\varphi \qquad (22)$$

unde :

Δ este deformaţia materialului.

Ecuaţia diferenţială care caracterizează sistemul este de forma :

$$\frac{\partial(ur^2)}{\partial r} + \frac{1}{r\sin\varphi} \cdot \frac{\partial(w\sin\varphi)}{\partial\varphi} = 0 \qquad (23)$$

a cărei soluţie este :

$$w = \frac{\Delta}{2r} \frac{\partial[r^2 f(r)]}{\partial r} \sin\varphi \qquad (24)$$

Valorile la limită ale deplasărilor u şi w sînt :

$u = 0$ pentru $r = R_2$; $u = -\Delta\cos\varphi$ pentru $r = R_1$;

$w = 0$ pentru $r = R_2$; $w = \Delta\sin\varphi$ pentru $r = R_1$;

dacă :

$$f(R_2) = 0 ; \quad \frac{\partial[r^2 f(r)]}{\partial r} = 0 \text{ pentru } r = R_2 ;$$

şi :

$$f(R_1) = 0 ; \quad \frac{\partial[r^2 f(r)]}{\partial r} = 0 \text{ pentru } r = R_1.$$

Funcţia de presiune s se poate exprima, de asemenea, cu relaţia :

$$s = \Delta\psi(r)\cos\varphi \qquad (25)$$

Din relaţiile (22), (24) şi (25) rezultă că problema determinării deplasărilor se reduce la determinarea expresiilor funcţiilor $f(r)$ şi $\psi(r)$, ceea ce se poate face cu ajutorul sistemului de ecuaţii diferenţiale :

$$\left.\begin{aligned} 2f(r) - \frac{\partial^2[r^2 f(r)]}{\partial r^2} + r^2 \frac{\partial\psi(r)}{\partial r} = 0 ; \\ \frac{\partial}{\partial r}\left\{f(r) - \frac{1}{2}\frac{\partial^2[r^2 f(r)]}{\partial r^2}\right\} + \psi(r) = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (26)$$

Soluţiile ecuaţiilor (26) sînt de forma :

$$\left.\begin{aligned} f(r) = C_1 + C_2 r^2 + C_3 \frac{1}{r} + \frac{C_4}{r^3} ; \\ \psi(r) = 10\, C_2 r + \frac{r}{C_3} \end{aligned}\right\} \qquad (27)$$

Avînd în vedere condiţiile la limită, obţinem pentru constantele de integrare următoarele expresii :

$$C_1 = (5 - 9\alpha^2 - 4\alpha^{-3})\frac{1}{D} ; \quad \alpha = \frac{R_2}{R_1} ;$$

$$C_2 = \frac{3}{2}\frac{\alpha^2 - 1}{R_2^2 D} ; \quad C_3 = \frac{3R_2}{D}\left(\alpha^3 - \frac{1}{\alpha^2}\right) ;$$

$$C_4 = \frac{R_2^3}{D}\left(\frac{1}{\alpha^3} - 1\right) ; \quad D = 5 - \frac{9}{2}\left(\alpha^2 + \frac{1}{\alpha^2}\right) + 2\left(\alpha^3 + \frac{1}{3}\right).$$

Relaţia de dependenţă dintre forţa axială P şi deformaţie se obţine astfel :

$$P = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi/2} [\sigma_r(R_1)\cos\varphi - \tau_{r\varphi}(R_1)\sin\varphi] R_1^2 \sin\varphi \, d\theta d\varphi$$

sau :

$$P = \frac{6\pi\Delta G \cdot R_1}{D}\left(\frac{1}{\alpha} - \alpha^4\right). \qquad (28)$$

6. *Amortizor sferic supus la tensiune*

Să considerăm amortizorul sferic din figura 6, supus acţiunii momentului M. Datorită simetriei figurii, vom avea numai deplasarea v care este funcţie de unghiul θ.

Sistemul se studiază, de asemenea, utilizînd coordonate sferice. Ecuaţia diferenţială care caracterizează starea sistemului este:

$$\frac{\partial^2(vr)}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\varphi}\left[\frac{1}{\sin\varphi}\cdot\frac{\partial}{\partial\varphi}(v\sin\varphi)\right]=0 \quad (29)$$

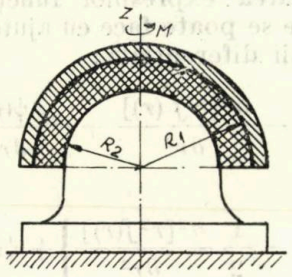


Fig. 6. Amortizor sferic supus la torsiune

Avînd în vedere condiţiile la limită:

$v=0$ pentru $r=R_2$; $v=\nu R_1\sin\varphi$ pentru $r=R_1$, unde ν este unghiul de răsucire (de torsiune) al amortizorului.

În aceste condiţii, soluţia ecuaţiei (29) va fi de forma:

$$v=\nu\left[\frac{r}{1-\alpha^3}+\frac{R}{r^2\left(1-\frac{1}{\alpha^3}\right)}\right]\sin\varphi \quad (30)$$

Efortul tangenţial va fi:

$$\tau_{0r}=3\nu G\frac{R_1^3}{r^3}\left(\frac{1}{\alpha^3}-1\right)\sin\varphi \quad (31)$$

Relaţia dintre momentul aplicat M şi unghiul de răsucire ν se obţine astfel:

$$M=\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi/2}\tau_{0r}(R_1)\,R_1^3\sin^2\varphi\,\mathrm{d}\theta\,\mathrm{d}\varphi$$

sau:

$$M=4\nu\pi GR_1^3\left(\frac{1}{\alpha^3}-1\right) \quad (32)$$

7. *Articulaţie cilindrică supusă la efort de compresiune*

Să considerăm articulaţia cilindrică din figura 7, supusă la efort de compresiune. Avînd în vedere forma piesei, pentru determinarea deplasărilor vom utiliza coordonate cilindrice.

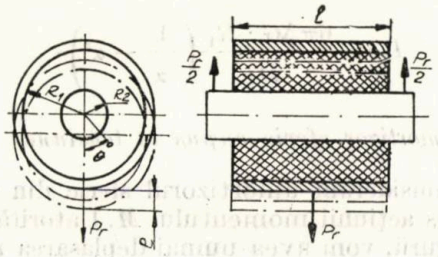


Fig. 7. Articulaţie sferică supusă la efort de compresiune

Deplasările u, v şi factorul de presiune s se calculează cu formulele:

$$\left.\begin{aligned}u&=-\frac{1}{r}\frac{\partial^2\varphi}{\partial\theta^2}=e\left(C_1+C_2\ln r+C_3r^2+C_4\frac{1}{r^2}\right)\cos\theta;\\ v&=\frac{\partial^2\varphi}{\partial r\partial\theta}=-e\left[C_1+C_2(\ln r+1)+3C_3r^2-C_4\frac{1}{r^2}\right]\sin\theta;\\ s&=-r\frac{\partial}{\partial r}\nabla^2\varphi=2e\left(C_2\frac{1}{r}-4C_3r\right)\cos\theta.\end{aligned}\right\} \quad (33)$$

Condiţiile la limită sînt următoarele:

$u=0$ pentru $r=R_2$; $v=0$ pentru $r=R_2$;

$u=e\cos\theta$ pentru $r=R_1$ $v=-e\sin\theta$ pentru $r=R_1$.

Avînd în vedere că parametrul φ din relaţiile (33) este dat de relaţia:

$$\varphi=e\left(C_1r+C_2r\ln r+C_3r^3+C_4\frac{1}{r}\right)\cos\theta \quad (34)$$

pentru calculul constantelor de integrare C_1, C_2, C_3 şi C_4 obţinem sistemul de ecuaţii:

$$C_1+C_2\ln R_2+C_3R_2^2+C_4\frac{1}{R_2^2}=0;$$

$$C_1+C_2(1+\ln R_2+3C_3R_2^2-C_4\frac{1}{R^2}=0;$$

$$C_1+C_2\ln R_1+C_3R_1^2+C_4\frac{1}{R_1^2}=1;$$

$$C_1+C_2(1+\ln R_1)+3C_3R_1^2-C_4\frac{1}{R_1^2}=1$$

Rezolvînd acest sistem de ecuaţii obţinem:

$$C_1=\Delta_1D;\quad C_2=\Delta_2D;\quad C_3=\frac{\Delta_3D}{R_1^2};\quad C_4=R^2{}_1\Delta_4D$$

unde:

$$D=\frac{1}{2}\left[\left(\alpha-\frac{1}{\alpha}\right)^2+\left(\frac{1}{\alpha^2}-\alpha^2\right)\ln\alpha\right]^{-1};\quad \alpha=\frac{R_2}{R_1};$$

$$\Delta_1=\left(\alpha-\frac{1}{\alpha}\right)^2+2\left(\frac{1}{\alpha^2}-\alpha^2\right)\ln R_2;$$

$$\Delta_2=2\left(\alpha^2\frac{1}{\alpha^2}\right);\quad \Delta_3=\frac{1}{\alpha^2}-1;\quad \Delta_4=\alpha^2-1.$$

În practică este necesar să se determine și valoarea forței P_r care poate fi aplicată pentru a se realiza o anumită deformație e a elementului elastic sau invers.

Forța P_r se calculează cu relația :

$$P_r = \int_0^l \int_0^{2\pi} [\sigma_r(R_1) R_1 \cos\theta - \tau_{r\theta}(R_1) R_1 \sin\theta] dz\, d\theta =$$

$$= -4eGR_1 \int_0^{2\pi} \left[\left(C_2 \frac{1}{R_1} - C_3 R_1 - C_4 \frac{1}{R_1^3} \right) \cos\theta + \right.$$

$$\left. + \left(C_3 R_1 + C_4 \frac{1}{R_1^3} \right) \sin^2\theta \right] d\theta = 4\pi\, elGC_2 \qquad (35)$$

Dacă se dă valoarea forței P_r, deformația corespunzătoare a materialului elastic este :

$$e = \frac{P_r}{4\pi Gl} \left(\frac{\alpha - \frac{1}{\alpha}}{\alpha + \frac{1}{\alpha}} - \ln\alpha \right) \qquad (36)$$

Concluzii

Din cele expuse se pot trage următoarele concluzii.

— Vibrațiile produse de mașinile miniere pot avea cauze destul de variate, unele inerente procesului tehnologic sau principiului de funcționare al mașinii, altele datorate unor inexactități de execuție, defecte, uzuri.

— Nivelurile ridicate de vibrații pot fi dăunătoare organismului uman, afectînd sănătatea și producînd scăderea randamentului muncii.

— Aceste vibrații pot avea, de asemenea, efecte negative asupra clădirilor, mașinilor și instalațiilor.

— Pentru a se evita fenomenele negative sus-menționate, este necesar să se realizeze izolarea antivibratorie a mașinilor și instalațiilor miniere.

— Dispozitivele antivibratorii, realizate pe bază de cauciuc, prezintă o serie de dezavantaje, mai ales în condițiile specifice ale industriei miniere.

— Poliuretanul dur înlătură dezavantajele pe care le prezintă cauciucul : de aceea, în ultimii ani poliuretanul se utilizează din ce în ce mai mult la realizarea dispozitivelor antivibratorii în condiții dificile de mediu, cum sînt condițiile din subteran.

— Pentru dimensionarea corectă a acestor dispozitive este necesar să se dispună de o metodologie de calcul care să fie pusă la dispoziția proiectantului.

Alegerea sistemelor de desprăfuire pentru epurarea gazelor tehnologice și de ventilație din metalurgia neferoasă

Chim. **Al. Cindea** și ing. **Liana Drule**

Epurarea gazelor reziduale de orice natură este strîns legată de poluarea atmosferei, care este determinată de factori variați, dintre care cei mai importanți sînt : industrializarea, urbanizarea, motorizarea, chimizarea, densitatea demografică etc. Poluarea apare astfel ca un subprodus însoțitor al civilizației, care nu se limitează doar la interiorul unei colectivități mici, ci cuprinde orașe, zone din interiorul unei țări și chiar arii ce se referă la zone geografice întinse, devenind o problemă internațională.

Consecințele creșterii și diversificării poluării mediului sînt multiple, unele cunoscute, altele pot fi prevăzute, dar multe apar imprevizibil, manifestîndu-se asupra atmosferei, litosferei, hidrosferei și, bineînțeles, biosferei.

Ca urmare, a apărut necesitatea unei intervenții active pentru salvgardarea populației prezente și viitoare prin măsuri de prevenire și combatere a polnării mediului.

Dezvoltarea industriei metalurgiei cuprului, plumbului și zincului din țara noastră, prin procedee pirometalurgice caracterizate prin prelucrarea concentratelor sulfuroase complexe cu conținut din ce în ce mai scăzut în metalul de bază, crează dificultăți în obținerea metalelor, captarea, desprăfuirea și prelucrarea gazelor tehnologice și de ventilație, pe de o parte, și creșterea volumelor de gaze și a conținuturilor de noxe prin intensificarea proceselor, pe de altă parte, a determinat înlocuirea și extinderea sistemelor de desprăfuire și prelucrare a gazelor, în scopul reducerii cantităților de poluanți evacuați în atmosferă.

În acest sens am căutat și reușit, prin activitatea de prevenire a poluării, să punem la punct și să stabilim noi metode de determinare a caracteristicilor fizico-chimice ale gazelor și prafurilor metalurgice ce stau la baza alegerii sistemului de desprăfuire cel mai corespunză-

tor, cu eficiență maximă în reținerea particulelor solide din gazele ce urmează a fi prelucrate în continuare sau evacuate în atmosferă prin coșuri de dispersie.

Caracteristicile fizico-chimice studiate, pe lîngă cele care le efectuăm în mod curent, sînt următoarele:

— forma particulelor de praf;
— distribuția granulometrică;
— rezistivitatea electrică;
— gradul de umectare;
— temperatura de rouă acid.

1. *Forma particulelor de praf* determină capacitatea de plutire și filtrare a acestora. Este cunoscut faptul că la aceeași greutate particulele lamelare și fibroase sînt reținute mai ușor în desprăfuitoare bazate pe fenomenul cernerii cum sînt țesăturile filtrante, dar sedimentează mai greu în mediu de dispersie, aer sau apă, decît particulele sferice.

În metalurgia cuprului, plumbului și zincului, unde praful, în cea mai mare parte, se formează prin volatilizare, ar trebui ca forma particulelor să fie asemănătoare structurii cristaline a componenților chimici existenți. În realitate, forma particulelor, analizată cu ajutorul microscopului metalografic ce permite o mărire de 790 de ori, observarea în profunzime la lumina reflectată ce cade perpendicular sau oblic asupra particulelor de praf așezate pe lama microscopică, este neregulată, datorită condițiilor în care are loc volatilizarea și condensarea particulelor.

Particulele de praf din gazele rezultate la aglomerarea concentratelor zinco-plumboase, convertizarea matelor cuproase și de la cuptorul cu flacără și particulele mai mari de 1 micron, pot fi asimilate, pentru calcule de dimensionare și sedimentare, cu particule de formă sferică.

2. *Distribuția granulometrică* Pentru determinarea distribuției granulometrice a particulelor solide sînt cunoscute foarte multe metode printre care cernerea, clutrierea, nefelometria, sedimentarea gravitațională, difuzia, microscopia optică, ultrafiltrarea, centrifugarea și ultracentrifugarea. Fiecare metodă are un domeniu optim de aplicare.

Pentru prafurile din metalurgia neferoasă, care au un grad de dispersie ridicat (0,001—250 μ), foarte eterogene chimic, cu conținut de: Cu, CuO, CuS, PbO, PbS, $PbSO_4$, ZnO, $ZnSO_4$, ZnS, As_2O_3, Sb Bi, Cd, SiO_2, Fe_2O_3, CaO și densitate de 2—11 g/cm³, oricare dintre metodele prezentate nu ar duce la stabilirea reală a distribuției granulometrice.

Prin combinarea mai multor metode, am reușit să determinăm distribuția granulometrică a acestor prafuri, ce corespunde fenomenelor aerodinamice care au loc în desprăfuitoare. Metodologia de lucru constă în cernerea pe site, pînă la fracția de 63 μ, după care fracția sub 63 μ am separat-o pe clase granulometrice cu centrifuga Bahco și dimensionate la microscop particulele peste 1 micron.

Rezultatele analizelor se prezintă în tabelul 1.

3. *Rezistivitatea electrică* a prafurilor are influență asupra procesului de desprăfuire electrostatică; în funcție de mărimea acesteia se modifică eficiența depunerii.

După cum se cunoaște, domeniul optim al rezistivității prafului pentru reținerea electrostatică este cuprins între 10^4 și $2 \cdot 10^{10}$ Ωcm.

Particulele de praf cu rezistivitatea sub 10^4Ω cm, odată ajunse pe electrodul de depunere, cedează imediat sarcina electrică, se încarcă cu electricitate de semn contrar și sînt respinse în curentul de gaz; fenomenul se repetă, particulele sar prin electrofiltru fără să fie reținute.

La o rezistivitate ridicată, de peste $2 \cdot 10^{10}$Ωcm, scurgerea sarcinilor electrice prin stratul depus este foarte lentă și apare un potențial care produce un cîmp de intensitate mare,

Tabelul 1

Specificarea probei	> 200 μ, %	200—125 μ, %	125—90 μ, %	90—60 μ, %	60—40 μ, %	40—17 μ, %	17—5 μ, %	5—2 μ, %	< 2 μ, %
	Metalurgia zincului și plumbului								
Praf gaze tehnologice aglomerare	1,8—6,6	0,4—2,1	2,3—4	0,5—1,3	1,7—2,6	1,2—1,5	1,6—2,2	3,2—5,2	75—80
Praf gaze ventilație deșarjare-aglomerat	1,5—2,6	1,4—2,6	1,4—2,8	2,5—6,5	16—20	5,6—10	33—34	14—18	0,5—4
Praf gaze ventilație sortare aglomerare	22—27	2,7—4	4,7—5,5	12,6—14,5	6,7—7	11—13	14—16	10—3	11—16
Praf gaze ventilație măcinare-aglomerare	0,9—1,1	0—0,15	0—0,18	0,1—0,5	14—15	4,6—7,3	6,8—9,5	6—8	61—63
	Metalurgia cuprului								
Praf gaze tehnologice cuptor cu flacără	2,1—3,3	7—8	8—10,5	15—17	15—18	18—21	5—7,5	19—21	
Praf gaze tehnologice convertizare	5,5—6,3	8—9	12—17	6—7	7—8	1,6—3	3,5—5	11—13	32—39

ducînd la descărcări electrice locale, deci la perturbări în funcționarea electrofiltrului.

În cadrul laboratorului am conceput și construit un dispozitiv pentru determinarea rezistivității prafurilor, dispozitiv de forma unui minielectrofiltru.

Rezultatele determinărilor sînt redate în tabelul 2.

După cum rezultă, rezistivitatea acestor prafuri este la limita superioară a domeniului optim, unde eficiența electrofiltrelor este cuprinsă între 93 și 97 %.

4. *Umectarea prafurilor* Fenomenul umectării are o importanță deosebită în ceea ce privește desprăfuirea umedă, în special pentru prafurile hidrofobe, ducînd la neatingerea parametrilor instalațiilor.

Gradul de umectare a prafurilor l-am determinat prin metoda Candisch Green, ce constă în cantitatea de praf umectată, în urma împrăștierii acesteia pe suprafața apei. Prin exprimarea cantității de praf umectată în unitatea de timp, am găsit viteza de umectare.

a. Praful volatil din gazele tehnologice rezultate la aglomerarea concentratelor zinco-plumboase are un grad de umectare foarte redus 1 — 3 %, cel din gazele de ventilație de la deșarjare 28—37 %, sortare 68—73 % și măcinare 95 %, cu o viteză de umectare de 1 g/h.

b. Praful volatil din gazele tehnologice de la topirea concentratelor cuproase în cuptor cu flacără și convertizarea matelor cuproase are gradul de umectare de peste 90 % și o viteză de umectare de 28—35 g/h, respectiv 120—130 g/h praf.

5. *Temperatura de rouă acid* a gazelor tehnologice cu conținut de SO_3 și vapori de H_2O este important a fi cunoscută, deoarece sub această temperatură apare condens de acid sulfuric de diferite concentrații cu acțiune corozivă asupra elementelor constructive a desprăfuitoarelor uscate.

Temperatura de rouă am determinat-o cu ajutorul diagramei de fierbere, prezentată în figura 1.

Cunoscînd conținutul de SO_3 și H_2O din gaze se calculează concentrația posibilă a soluției de acid sulfuric ce s-ar forma prin reacția $SO_3 + H_2O$. Apoi, conform concentrației rezultate, se citește de pe diagrama punctelor

Tabelul 2

Metalurgia zincului și plumbului

Praf volatil gaze tehnologice aglomerare	Temperatura, °C	150	250	350
	Rezistivitatea, Ω · cm	$4,18 \cdot 10^9$	$2,28 \cdot 10^9$	$9,22 \cdot 10^8$
Praf gaze ventilație deșarjare	Temperatura, °C	50	150	250
	Rezistivitatea, Ω · cm	$7,05 \cdot 10^8$	$0,85 \cdot 10^8$	$6,85 \cdot 10^8$
Praf gaze ventilație sortare	Temperatura, °C	50	150	250
	Rezistivitatea, Ω · cm	$1,75 \cdot 10^9$	$1,41 \cdot 10^9$	$1,02 \cdot 10^9$
Praf gaze ventilație moară fină	Temperatura, °C	50	150	250
	Rezistivitatea, Ω · cm	$1,45 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^9$

Metalurgia cuprului

Praf volatil gaze tehnologice cuptor cu flacără	Temperatura, °C	150	250	350
	Rezistivitatea, Ω · cm	$1,82 \cdot 10^9$	$1,53 \cdot 10^8$	$1,39 \cdot 10^8$
Praf volatil gaze tehnologice convertizare	Temperatura, °C	150	250	250
	Rezistivitatea, Ω · cm	$3,6 \cdot 10^{10}$	$1,6 \cdot 10^{10}$	$1,47 \cdot 10^{10}$

de rouă, temperatura la care sînt condiţii de apariţie a condensului de acid.

Din diagramă rezultă că, pe măsură ce excesul de SO_3 creşte, faţă de raportul stoechiometric $SO_3 : H_2O$, temperatura punctului

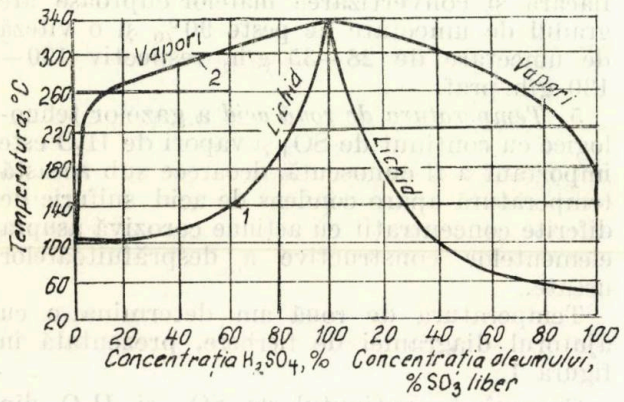


Fig. 1. Diagrama de fierbere a soluţiilor de acid sulfuric.

1 — curba de fierbere; *2* — curba compoziţiei de vapori a soluţiilor de acid sulfuric.

de rouă scade pînă la 160°C. Pe măsură ce excesul de H_2O creşte, faţă de raportul stoechiometric, valoarea temperaturii punctului de rouă scade pînă la 100°C. Valoarea maximă a temperaturii de formare a ceţii de acid este la un raport stoechiometric al $SO_3 : H_2O$ încît duce la formarea acidului sulfuric, de concentraţie 95—100%, tinzînd spre valoarea 340°C.

Rezultatele experimentale obţinute pe baza conţinutului de SO_3 şi H_2O din gaze indică temperaturi de rouă de 100—125°C la gazele tehnologice de la aglomerarea concentratelor zinco-plumboase şi 240—280°C la gazele tehnologice de la convertizarea matelor cuproase.

Cunoscînd caracteristicile funcţionale pentru atingerea eficienţei maxime la fiecare desprăfuitor în parte şi caracteristicile fizico-chimice ale gazului şi prafului, s-au constatat următoarele.

1. Pentru reţinerea prafului din gazele tehnologice de la aglomerarea concentratelor zinco-plumboase nu corespunde nici un sistem de desprăfuire. Pentru a le desprăfui, în vederea valorificării SO_2, am modificat gradul de umectare a prafului prin adăugare de substanţe umectante care, la concentraţia de 0,1% măreşte gradul de umectare de la 3% pînă la 99%, pretîndu-se astfel desprăfuirii umede.

Pentru atingerea unui grad de desprăfuire de 98,5%, corespunde sistemul:

ciclon — tub Venturi — filtru electric umed.

2. Pentru desprăfuirea gazelor de ventilaţie, pînă la un conţinut de 0,03—0,05 g/m³N praf în gazul remanent ce se evacuează în atmosferă, corespunde sistemul:

scruber — tub Venturi

la care în apa de stropire se adaugă substanţe tensioactive pentru modificarea gradului de umectare a prafului.

3. Praful din gazele tehnologice de la topirea concentratelor cuproase în cuptor cu flacără se pretează desprăfuirii în sistemul:

ciclon — filtru electrostatic sau

ciclon — filtru cu ţesătură.

4. Prafurile din gazele tehnologice rezultate la convertizarea matelor cuproase se pretează desprăfuirii în sistemele:

ciclon — tub Venturi — filtru electric umed.

Din cele prezentate, se observă că în metalurgia cuprului, plumbului şi zincului pentru desprăfuirea gazelor corespund sisteme de desprăfuire intensivă formate din două sau trei trepte de desprăfuire, cu preponderenţă desprăfuitoarele umede: scruber şi tub Venturi.

În momentul de faţă preocupările noastre sînt îndreptate spre reţinerea bioxidului de sulf din gazele reziduale. În acest sens s-a proiectat o instalaţie pilot care urmează să fie pusă în funcţiune în acest an.

Aditiv şi fluide pentru degajarea garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială"

Dr. ing. **I. Ana**
chim. **M. Orosz**
chim. **F. Popescu**
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Prinderea garniturii de foraj constituie o problemă în procesul de săpare a sondelor de ţiţei şi gaze. Aceasta implică operaţii costisitoare ce se efectuează într-o perioadă lungă de timp şi cu materiale, dispozitive speciale şi personal de înaltă calificare. De asemenea, în timpul operaţiilor de degajare a garniturii pînă la reluarea forajului este posibil ca gaura de sondă netubată să-şi piardă stabilitatea.

Prinderea garniturii de foraj este un fenomen complex, care poate fi atribuit mai multor cauze, dintre care, cele mai importante (fig. 1), sînt:

— dărîmarea pereţilor găurii de sondă;

— formarea de „gaură-cheie";

— micșorarea diametrului găurii de sondă (umflarea marnelor, curgerea plastică a sării etc.);
— formarea în masa fluidului a unor compuși de tipul cimentului;
— realizarea unor presiuni diferențiale excesive („lipire diferențială").

De multe ori, combinarea acestor cauze conduce la fenomene complexe (uneori nerezolvabile) de prindere a garniturii de foraj.

permeabile și cu presiunea redusă, acolo unde se utilizează fluide de foraj „grele", care conduc la presiuni diferențiale ridicate.

Presiunea diferențială este diferența dintre presiunea hidrostatică realizată de fluidul de foraj și presiunea fluidului din porii formațiunii.

Pe peretele găurii de sondă, în zonele caracterizate printr-o permeabilitate ridicată și o presiune redusă a fluidelor din pori — în condițiile utilizării unui fluid de foraj „greu"

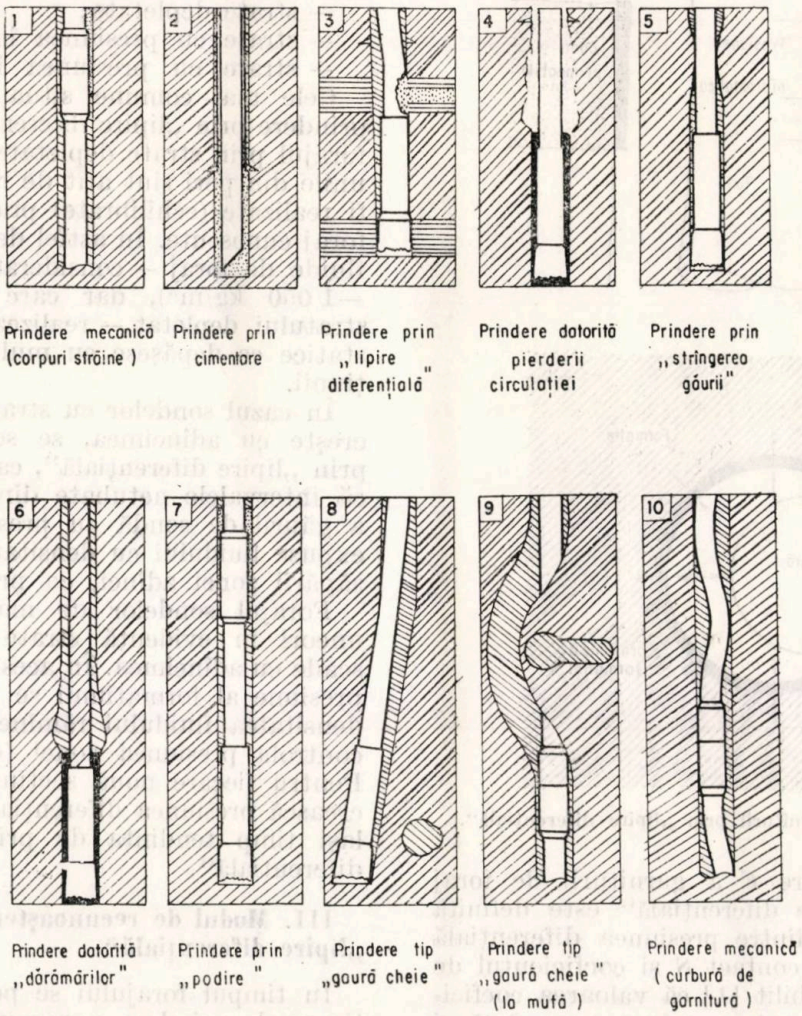


Fig. 1. Tipuri de prindere a garniturii de foraj (după N. L.Mc Cullough/ NL Industries, Inc.).

Dintre aceste tipuri de prindere, prinderea garniturii prin „lipire diferențială" („Differential Pipe Sticking") constituie o problemă deosebit de importantă pentru activitatea de foraj.

II. Mecanismul prinderii prin „lipire diferențială"

Prinderea prin „lipire diferențială" se poate produce în orice sondă, însă cel mai des se semnalează în sondele adînci, cu formațiuni

(presiune diferențială excesivă) — se formează un colmataj (turtă) consistent. În timp, grosimea colmatajului crește, facilitînd astfel contactul — pe anumite intervale — între garnitura de foraj și peretele găurii de sondă (fig. 2). Procesul se accelerează atunci cînd circulația fluidului se întrerupe și cînd garnitura rămîne nemișcată.

Timpul are un rol important în procesul de prindere a garniturii de foraj (fig. 3), prin aceea că, după ce s-a produs prinderea *1*, filtrarea continuă să depună solide *2* la interfața prăjină

/ colmataj, crescînd astfel suprafaţa de contact *3*. De asemenea, filtrarea din spatele zonei de prindere contribuie, în timp, la reducerea conţinutului de apă al colmatajului şi la creşterea coeficientului de frecare.

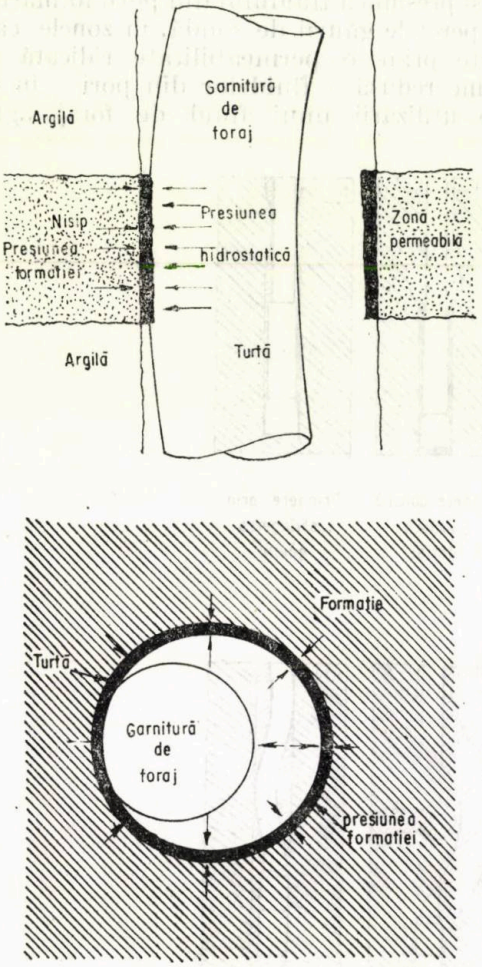


Fig. 2. Prinderea garniturii prin „lipire diferenţială".

Forţa de reţinere F a garniturii de foraj prinsă prin „lipire diferenţială" este definită [1] de produsul dintre presiunea diferenţială ΔP, suprafaţa de contact S şi coeficientul de frecare *cf.* S-a stabilit [1] că valoarea coeficientului de frecare este cuprinsă între 0,05 şi 0,25.

Tipul fluidului de foraj, utilizat în procesul de foraj, constituie un element esenţial în procesul de prindere a garniturii de foraj prin „lipire diferenţială". Astfel, un studiu efectuat [2] în zona Louisiana pentru 310 cazuri de prindere prin „lipire diferenţială" a arătat că 99,68% s-au produs la sondele ce utilizau fluidele de foraj pe baza de apă şi numai 0,32% la sondele cu fluide de foraj pe bază de produse petroliere.

Stratele care favorizează prinderea prin „lipire diferenţială" pot fi împărţite în trei categorii:

— strate depletate;
— strate cu presiunea în creştere;
— strate cu presiunea în descreştere.

Cele mai comune situaţii cu tendinţe de prindere prin „lipire diferenţială" le constituie forajul prin strate depletate, acolo unde presiunile din pori sînt atît de reduse, încît nu pot fi realizate (echilibrate) practic cu fluidele de foraj cunoscute. În astfel de situaţii se folosesc fluide de foraj — considerate uşoare ($\rho = 850 - 1\,050$ kg/m^3), dar care — la adîncimea stratului depletat — realizează presiuni hidrostatice ce depăşesc cu mult presiunea formaţiunii.

În cazul sondelor cu strate a căror presiune creşte cu adîncimea, se semnalează prinderi prin „lipire diferenţială", ca urmare a faptului că intervalele netubate din partea superioară a găurii de sondă cu presiuni reduse vor fi expuse fluidului cu densitate ridicată, necesar săpării zonei adînci, cu presiuni mari.

Forajul sondelor de mare adîncime pune uneori în evidenţă strate a căror presiune scade cu adîncimea. În acest caz, gradientul de presiune al formaţiunii se reduce, în timp ce densitatea fluidului rămîne aceeaşi, pentru a controla presiunea zonei (de sus) traversată. Pentru fiecare nouă secţiune forată poate să crească presiunea diferenţială, crescînd în acelaşi timp tendinţa de prindere prin „lipire diferenţială".

III. Modul de recunoaştere a prinderii prin „lipire diferenţială"

În timpul forajului se pot produce diferite tipuri de prindere a garniturii de foraj, însă există unele aspecte specifice (de identificare

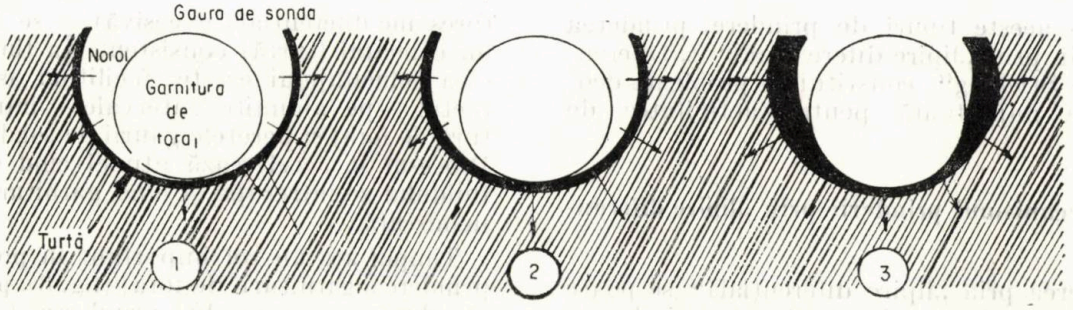


Fig. 3. Influenţa timpului asupra grosimii colmatajului.

a prinderii) care deosebesc „lipirea diferențială" de celelalte prinderi. Tendința de prindere a garniturii prin „prindere diferențială" se pune în evidență — în timpul forajului sau manevrării garniturii — prin creșterea momentului frecării și a frecărilor.

Prinderea garniturii prin „lipire diferențială" se produce, de obicei, cînd garnitura este lăsată nemișcată și se caracterizează prin:

— menținerea circulației fluidului;

— imposibilitatea mișcării sau rotirii garniturii (în nici o direcție).

Menținerea circulației fluidului deosebește acest tip de prindere de cea produsă prin „podiri" sau „dărîmări".

Imposibilitatea mișcării (sus-jos) sau rotirii garniturii în cazul prinderii prin „lipire diferențială" constituie principala distincție față de prinderea prin „gaură-cheie", unde se poate executa „manevra în jos".

În anexa 1 se prezintă, în acest sens, condițiile în care se produc prinderile, iar în anexa 2 sînt redate metodele recomandate pentru degajarea garniturilor și prevenirii în continuare a prinderilor.

IV. Metode pentru prevenirea prinderii prin „lipire diferențială"

Prinderea garniturii prin „lipire diferențială" poate fi prevenită prin următoarele căi:

— utilizarea unor fluide de foraj cu greutate specifică cît mai mică posibil; se tinde spre echilibru;

— reducerea filtrării și colmatajului fluidului de foraj;

— tratarea fluidului de foraj cu agenți de lubrifiere, pentru reducerea coeficientului de frecare;

— utilizarea fluidelor de foraj pe bază de produse petroliere („emulsie inversă" sau „Oil-fluid");

— modificarea garniturii, în scopul reducerii suprafeței de contact prăjină/teren. De exemplu [1], prăjinile grele canelat-spiralate reduc suprafața de contact pînă la 50%, în timp ce greutatea se reduce cu numai 7%.

V. Procedee de degajare a garniturilor prinse prin „lipire diferențială"

Cunoașterea intervalului pe care s-a produs prinderea garniturii prin mecanismul „lipire diferențială" este deosebit de importantă în stabilirea procedeului de degajare ce urmează a se adopta. Sînt cunoscute [1], în acest sens, metodele utilizate pentru detectarea zonei de prindere. După punerea în evidență a intervalului de prindere, se stabilește procedeul de degajare. Procedeele utilizate pînă acum pentru soluționarea prinderilor prin „lipire diferențială" se caracterizează prin cost ridicat și mici șanse de reușită. Astfel, din analiza datelor obținute [2], rezultă că, din cele 310 prinderi prin „lipire diferențială", numai 44% au fost rezolvate favorabil.

Pentru degajarea garniturilor prinse prin „lipire diferențială" se utilizează mai multe procedee, dintre care cele mai importante sînt:

— procedeele mecanice, care pornesc de la reducerea presiunii hidrostatice și ajung la aplicarea forțelor de impact („impact loading");

— procedeele fizico-chimice, care constau în introducerea în zona de prindere a unor „fluide de degajare".

„Fluidul de degajare" este un sistem pe bază de produse petroliere — îngreuiat sau neîngreuiat — tratat cu un aditiv de degajare, care conferă fluidului proprietăți de lubrifiere, umectare preferențială cu produse petroliere a solidelor și de fisurare (dezintegrare) a colmatajului — realizat de fluidele de foraj pe bază de apă.

„Fluidul de degajare — neîngreuiat" este un sistem pe bază de motorină sau un alt produs petrolier, în care se dizolvă aditivul de degajare. Acest fluid se utilizează în procesul de degajare a garniturii prinse prin „lipire diferențială", în sondele unde s-a utilizat un fluid de foraj cu densitate redusă (1 100 — 1 400 kg/m³).

„Fluidul de degajare — îngreuiat" se obține prin tratarea unui fluid de foraj pe bază de produse petroliere, de regulă fluidul „emulsie-inversă", cu aditivul de degajare. Densitatea „fluidului de degajare" va fi egală sau puțin mai mică decît a fluidului de foraj existent în gaura de sondă.

Volumul fluidului de degajare depinde de lungimea intervalului de prindere și diametrul găurii de sondă.

Aditivul de degajare se utilizează în concentrații de 30 pînă la 100 kg/m³.

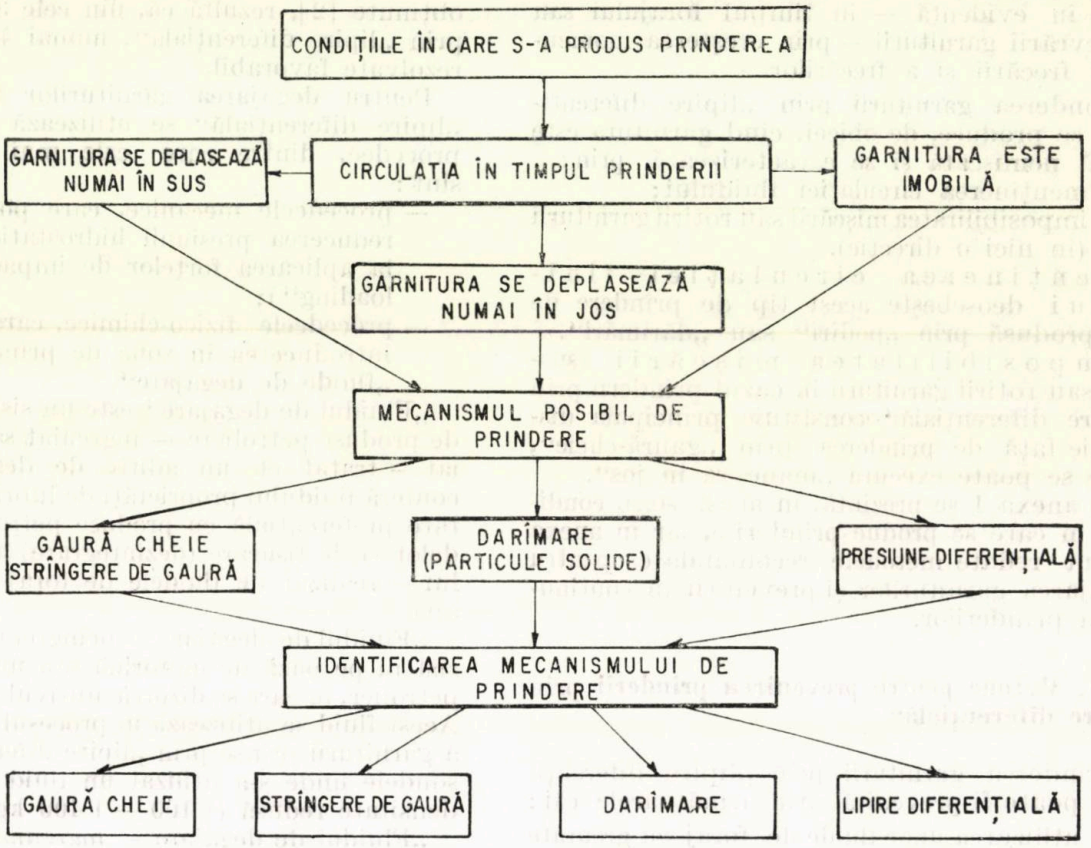
În procesul de degajare a garniturilor prinse prin „lipire diferențială", pe plan mondial se utilizează [3] curent „fluide de degajare" obținute din fluide de foraj pe bază de produse petroliere — îngreuiate sau neîngreuiate — tratate cu aditivi de degajare de tipul: SKOT-FREE; EZ-SPOT; PIPE LAX; SERVO-XPA-3.

În țara noastră, pînă acum, pentru degajarea garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferențială", se utiliza — indiferent de fluidul de foraj (ușor sau greu) folosit în procesul de foraj — procedeul fizico-chimic de introducere în zona de prindere a unui „pachet" de țiței („baie de țiței").

Cercetările efectuate în ultimii ani la Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze de la Cîmpina au condus la obținerea

Anexa 1

DIAGNOSTICAREA PRINDERILOR DE GARNITURĂ



a) Istoricul devierii găurii?
b) Există dispozitive cu diametru mare pe garnitură ?
c) Se rotește garnitura ?
d) Scade cuplul cînd se lasă greutate pe garnitură?
e) Se schimbă presiunea la pompă cînd se manevrează garnitura ?
Dacă răspunsul este <u>da</u> la punctele (a),(c) și (d) există o prindere tip „gaură cheie".

a) După ultimul marș diametrul sapei sau stabilizatorilor era redus ?
b) Există dispozitive de diametru mare pe garnitură ?
c) Se rotește garnitura ?
d) Garnitura coboară cînd se lasă greutate pe ea ?
e) Presiunea la pompe a crescut cînd a avut loc prinderea ?
<u>Da</u> la punctele (a);(b);(d) și (e) arată prinderea în gaura strînsă.
<u>Nu</u> la (c) la început se rotește după care la manevră cuplul crește este o dovadă care confirmă cele de mai sus.

a) Presiunea stratului este mai mare decît cea hidrostatică ?
b) Dovezi anterioare de dărîmare a argilelor ?
c) Presiunea la pompe a crescut cînd a avut loc prinderea ?
<u>Da</u>. la punctele (a)(b) și (c) indică prinderea prin acest mecanism. Garnitura poate fi rotită dar cu cuplu mare.

a) Se rotește garnitura ?
b) Garnitura coboară cînd se lasă greutate?
<u>Nu</u> la punctele (a) și (b) indică prinderea datorită presiunii diferențiale.

CAUZA PRINDERII GARNITURII

a) Curburi periculoase

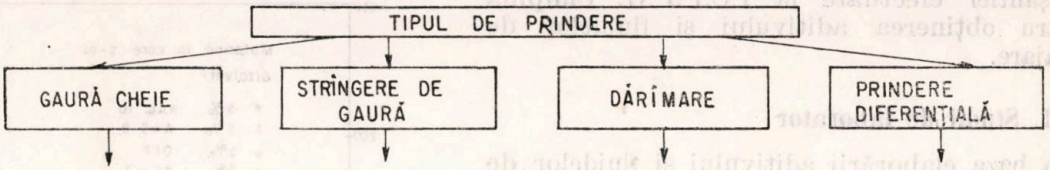
a) Sapa a pierdut din diametru.
b) Colmataj gros.
c) Hidratarea și umflarea argilelor.
d) Curgerea plastică a sării.

a) Dărîmarea pereților găurii de sondă.
b) Scule rămase la puț.

a) Densitatea excesivă
b) Filtrare mare.
c) Creșterea grosimii colmatajului
d) Garnitura a rămas nemișcată pe colmataj. Cu cît porțiunea de garnitură ce vine în contact cu colmatajul este mai mare, cu atît garnitura este prinsă mai puternic.

Anexa 2

METODE DE DEGAJARE A GARNITURII PRINSE ȘI DE PREVENIRE ÎN CONTINUARE A PRINDERII



A) PENTRU DEGAJARE	a) Se va introduce în zona de prindere pachete pentru lubrefiere. Pentru reușita operației se calculează zona de prindere. Dacă primul pachet nu dă rezultate, se introduce un alt pachet cu aceeași compoziție sau diferit de primul. b) Se „îmbracă" prin circulație continuă.	a) Se va introduce în zona de prindere pachete de lubrefiere. b) Se „îmbracă" prin circulație continuă.	a) Se va introduce în zona de prindere pachete de lubrefiere și de stabilizare (asfalt). b) Se „îmbracă" prin circulație continuă.	a) Dacă este posibil se reduce densitatea fluidului. b) Se va introduce în zona de prindere „fluid de degajare". c) Se aplică cuplu - dreapta, se lasă greutate pe garnitură și se lasă în repaus. e) Se „îmbracă" prin circulație continuă.
B) PENTRU PREVENIREA PRINDERII DUPĂ DEGAJARE	a) Se îndreaptă gaura cheie. b) Se tratează fluidul cu substanțe tensioactive sau asfalt.	a) Se determină dacă micșorarea diametrului s-a produs în dreptul rocilor nisipoase, argiloase sau carbonatice. Dacă strîngerea s-a produs în rocile nisipoase sau carbonatice se va reduce filtrarea. În rocile argiloase se va acționa asupra densității, compoziției chimice a fluidului și eventual asupra filtrării. În rocile argiloase se va discuta în final și tipul fluidului de foraj.	a) Dacă au rămas resturi la puț, Se vor da afară sau se va încerca presarea lor în peretele găurii de sondă; b) Se va examina tipul de fluid de foraj și se vor fixa proprietăți reologico - coloidale corespunzătoare.	a) Se mișcă periodic garnitura; b) Dacă este posibil se reduce densitatea a fluidului; c) Se reduce filtrarea și se tratează fluidul cu substanțe tensioactive sau cu asfalt. d) Se introduc prăjini grele cu diametru mai mic sau canelate.

unui aditiv de degajare, necesar preparării „fluidelor de degajare" (uşoare sau grele), în vederea degajării garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială". În cele ce urmează se prezintă rezultatele studiilor de laborator şi de şantier efectuate la I.C.P.P.G. Cîmpina pentru obţinerea aditivului şi fluidelor de degajare.

VI. Studii de laborator

La baza elaborării aditivului şi fluidelor de degajare, au stat următoarele specificaţii:

- aditivul trebuie să confere „fluidului de degajare" proprietăţi de umectare cu motorină a solidelor şi capacitate ridicată de lubrifiere;
- „fluidul de degajare" să poată fi îngreuiat la densitate impusă de condiţiile sondei;
- „fluidul de degajare", preparat cu aditivul de degajare, trebuie să fisureze (dezintegreze) colmatajul.

În acest sens, prin metoda [4] redată în anexa 3, s-a examinat efectul diferiţilor aditivi — dizolvaţi în motorină — asupra caracteristicilor colmatajului, realizat de un fluid de foraj pe bază de apă. A rezultat (fig. 4) că produsul AD**) are proprietatea de a umecta cu motorină solidele şi de a expulza apa din colmataj, într-o măsură mult mai mare decît produsele RAG, OFP, AAS, AG, considerate eficiente în procesul de degajare a garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială".

Produsul AD, dizolvat în motorină sau în alt produs petrolier, are proprietatea de a fisura (dezintegra) colmatajul, reducînd astfel suprafaţa de contact prăjină/ colmataj şi facilitînd pătrunderea produsului petrolier în jurul garniturii de foraj.

Anexa 3

Metodă pentru evaluarea aditivilor de degajare

Metoda constă în determinarea efectului diferiţilor aditivi — dizolvaţi în motorină — asupra colmatajului realizat de un fluid de foraj pe bază de apă. În acest sens, se stabileşte timpul de apariţie a motorinei în filtratul obţinut prin colmatajul fluidului de foraj pe bază de apă (timpul de eliminare a apei din colmataj şi îmbibarea acestuia cu motorină, sau timpul de penetraţie al colmatajului).

Modul de lucru

1. Se prepară o suspensie de bentonită sau argilă cu viscozitatea aparentă de 10—20 cP, după care se execută filtrarea la presiunea de 7 kgf/cm² şi temperatură ambiantă (în mai multe celule) timp de două ore.
2. Se elimină suspensia din celule, păstrîndu-se colmatajele (turtele).
3. Peste colmataj se introduce, în prima celulă, motorină, iar în celelalte celule motorina în care s-au dizolvat produsele* ce urmează a fi testate ca aditivi de degajare.
4. Se repetă filtrarea ca la pct. 1, consemnîndu-se momentul cînd începe să filtreze motorina. După apariţia motorinei în filtrat, se mai continuă filtrarea încă 30 min, după care se scot colmatajele (turtele) şi se examinează în ceea ce priveşte gradul de fisurare şi dezvoltare a fisurilor (mărimea şi intensitatea), precum şi aspectul colmatajului (uscat, umed etc.).

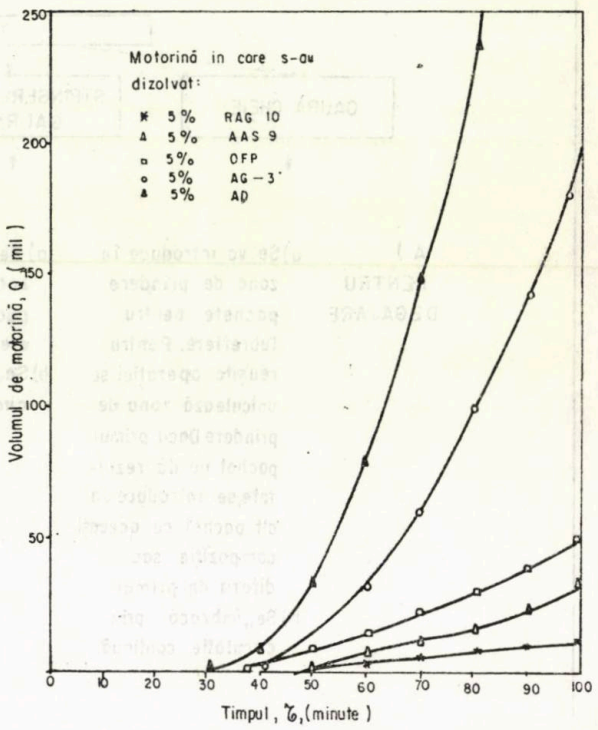


Fig. 4. Influenţa aditivilor asupra colmatajului.

VII. Experimente la sonde

Aditivul de degajare AD a fost experimentat în ţara noastră la mai multe sonde, pe diferite structuri geologice, atît în sistem de fluid îngreuiat, cît şi în sistem de fluid neîngreuiat, în procesul de degajare a garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială". Astfel, la sonda 4206, în condiţiile utilizării unui fluid de foraj dispersat ($\rho = 1{,}300$ kg/m³), garnitura de foraj — prinsă prin „lipire diferenţială" pe intervalul 3 640—3 200 m — a fost degajată prin pomparea, în zona de prindere a unui „fluid de degajare neîngreuiat", constituit din ţiţei, în care s-a dizolvat aditivul AD în concentraţie de 10%.

La sonda 4 520, prin introducerea unui „fluid de degajare neîngreuiat", constituit din ţiţei tratat cu AD, în concentraţie de 4%, garnitura de foraj prinsă prin „lipire diferenţială" la adîncimea de 3 320 m (pe un interval de 150 m) s-a degajat după cinci ore de la introducerea „fluidului de degajare".

Rezultate similare s-au obţinut şi la sonda 5 075 unde, după introducerea „fluidului de degajare neîngreuiat", garnitura de foraj — prinsă pe un interval de 200 m, la adîncimea de 2 950 m — s-a degajat după şapte ore.

*) Concentraţia în motorină este cuprinsă între 1 şi 5%
**) Produsul se fabrică industrial la I.C.P.P.G. Cîmpina (staţia pilot)

La sonda 5520, garnitura de foraj, cu sapa de 311,2 mm, a fost prinsă pe intervalul 2 700 — 4 124 m, în condiţiile utilizării unui fluid de foraj dispersat, cu densitate de 1850 kg/m³. Timp de 16 zile s-au efectuat încercări diverse de degajare a garniturii de foraj, fără rezultate. În aceste condiţii, la suprafaţă s-au preparat 120 m³ de „fluid de degajare", cu densitate de 1 750 kg/m³, prin condiţionarea unui fluid „emulsie inversă" ($\rho = 1\,600$ kg/m³) cu 5% AD şi barit pînă la densitatea de 1 750 kg/m³.

„Fluidul de degajare" astfel obţinut s-a pompat la zona de prindere, unde a fost menţinut timp de 25 ore.La manevra efectuată după acest interval de timp, garnitura s-a degajat.

La sonda 4 246, s-au semnalat, pe intervalul 4 128—4 230, şapte prinderi de garnitură prin „lipire diferenţială". Toate aceste prinderi au fost soluţionate prin introducerea în zona de prindere a „fluidului de degajare", obţinut prin tratarea unui fluid „emulsie inversă" ($\rho = 1\,900$ kg/m³) cu 5% aditiv de degajare.

La sonda 130, la adîncimea de 3 297 m, în condiţiile utilizării unui fluid de foraj pe bază de apă, cu densitate de 1 700 kg/m³, garnitura de foraj s-a prins prin „lipire diferenţială", pe un interval de 200 m. Prin introducerea, în zona de prindere, a „fluidului de degajare" cu densittatea de 1 620 kg/m³, preparat din „emulsie inversă" tratată cu 4% AD, garnitura de foraj a fost degajată după 15 ore de la introducerea „fluidului de degajare".

Concluzii

1. Prinderea garniturii de foraj este un fenomen complex, care poate fi atribuit mai multor cauze (dărîmarea pereţilor, formarea de „gaură -cheie", micşorarea diametrului sondei, presiuni diferenţiale ridicate ş.a.) şi care solicită, pentru soluţionare, operaţii costisitoare (materiale şi dispozitive speciale, timp îndelungat, personal specializat).

2. Prinderea generată de presiunile diferenţiale ridicate („lipire diferenţială") se semnalează în sondele cu formaţiuni permeabile şi cu presiune redusă, acolo unde se utilizează fluide de foraj „grele".

3. Timpul influenţează procesul de prindere prin „lipire diferenţială" prin aceea că, pe de o parte, filtrarea continuă să depună solide la interfaţa prăjină/ colmataj, crescînd suprafaţa de contact, iar pe de altă parte, reduce conţinutul de apă al colmatajului, mărind valoarea coeficientului de frecare.

4. Tipul fluidului de foraj are un rol important în procesul de prindere a garniturii dé foraj prin „lipire diferenţială". Prinderile prin „lipire diferenţială" se produc, în general (peste 99%), în cazul utilizării fluidelor de foraj pe bază de bentonită — apă.

5. Pentru degajarea garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială" se utilizează procedee mecanice şi fizico-chimice. Procedeul fizico-chimic implică introducerea în zona de prindere a unui fluid pe bază de produse petroliere, tratat cu un aditiv de degajare.

6. Aditivul de degajare realizat la I.C.P.P.G. Cîmpina permite obţinerea de „fluide de degajare" neîngreuiate sau îngreuiate, caracterizate prin proprietăţi de lubrifiere, hidrofobizare şi fisurare (dezintegrare) a colmatajului realizat de fluidele de foraj pe bază de bentonită — apă.

7. Aditivul AD a fost utilizat la sondele 4 520, 5 075, 5 520, 4 246, 130, 4 206, în procesul de preparare a „fluidelor de degajare" neîngreuiate şi îngreuiate, în vederea degajării garniturilor de foraj prinse prin „lipire diferenţială". Rezultatele obţinute la aceste sonde au pus în evidenţă eficienţa ridicată a aditivului şi fluidelor de degajare, recomandîndu-le pentru generalizare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Neal Adams. *How to Control Differential Pipe Sticking.* Petroleum Engineer, sep. 1977.

[2] Neal Adams *A Field Case Study of Differential Pressure Pipe Sticking,* SPE, 6716, Biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

[3] * * * *Stuck Pipe, Manual of Drilling Fluids Technology, Baroid.* Petroleum Service, Biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

[4] * * * *The Most Effective Way to Free Differentially Stuck Pipe.* Drilling DEW, January, 1973, p. 53.

Încălzirea aerului pe căile principale de intrare în subteran, la minele din zonele cu temperaturi scăzute

Dr. ing. **I. Matei**, dr. ing. **Florica Băltăreţu** şi ing. **L. Jurca**
Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroşani

I. Introducere

La marea majoritate a minelor, în anotimpul rece, temperaturile scăzute de la suprafaţă influenţează negativ parametrii de stare ai aerului din lucrările miniere principale de acces în subteran, producînd, atît perturbaţii în fluxul tehnologic de extracţie a substanţei minerale utile, cît şi condiţii care pot favoriza îmbolnăvirea personalului.

Perturbaţiile în transport şi circulaţie, generate de îngheţarea căilor de acces în subteran, pot fi determinate de blocarea coliviilor, reducerea secţiunilor, căderea blocurilor de ghiaţă etc. De asemenea, alternanţa îngheţului cu dezgheţul poate conduce, în timp, la deteriorarea susţinerii lucrărilor miniere.

Transportul personalului şi, în mod special, evacuarea acestuia din mină, în condiţiile unui confort termic scăzut, cauzat de expunerea la variaţia bruscă a parametrilor de microclimat, poate afecta starea de sănătate.

În principiu, procesele fizice (îngheţ şi dezgheţ), care au loc în lucrările miniere principale de acces în subteran în anotimpul rece, sînt dependente de influenţa suplimentară a unui complex de factori tehnico-minieri, cu acţiune simultană.

Astfel, în afara influenţei directe pe care o exercită temperaturile scăzute de la suprafaţă asupra parametrilor fizici ai aerului care intră în subteran, la modificarea stării de securitate şi confort din lucrările miniere principale de legătură subteran-suprafaţă pot interveni, cu o pondere importantă, următorii parametri:

- mărimea debitului de aer introdus în subteran prin fiecare lucrare minieră în parte;
- viteza curenţilor de aer şi conţinutul de vapori de apă al acestora;
- intensitatea transportului;
- mărimea infiltraţiilor de apă.

II. Metode şi mijloace practicate pentru combaterea efectelor temperaturilor scăzute

Pentru evitarea efectelor nedorite ale temperaturilor scăzute de la suprafaţă, care se produc în lucrările miniere principale de acces în subteran, în practica minieră se aplică, fie condiţionarea aerului de intrare în subteran, fie modificarea sistemului de aeraj, prin inversarea curenţilor de aer şi redistribuirea acestora, cu şi fără captarea apelor de infiltraţii.

Condiţionarea, prin încălzire, a aerului de intrare în subteran, reprezintă metoda de bază aplicată la majoritatea minelor din diferite ţări (U.R.S.S., Polonia, R.S.C., R.F.G. etc.) şi parţial la minele din ţara noastră, ca urmare a avantajelor pe care le prezintă şi anume:

— asigură ritmicitatea extragerii producţiei;

— nu influenţează negativ starea de securitate a minelor;

— se menţine neschimbat sistemul de aeraj;

— nu necesită lucrări speciale de drenare sau captare a apelor de infiltraţie.

Încălzirea aerului implică însă cheltuieli de investiţii, întreţinere şi exploatare a căror mărime depinde, în cazul fiecărei mine, de capacitatea de încălzire, respectiv de cantitatea de aer vehiculată în subteran, precum şi de numărul căilor de legătură subteran-suprafaţă prin care se face transportul producţiei şi circulaţiei personalului.

Paralel cu avantajele pe care le prezintă, încălzirea aerului constituie şi o obligaţie a normelor de securitate, atît din ţara noastră (prin normele republicane de protecţia muncii), cît şi din străinătate şi anume prin limitarea temperaturii minime de intrare în subteran la valoarea de +2°C.

Modificarea sistemului de aeraj, prin inversarea curenţilor de aer şi, implicit, redistribuirea acestora, reprezintă, de asemenea, o metodă utilă de protejare în anotimpul rece a căilor principale de extragere a substanţei minerale utile.

Această metodă se caracterizează prin;

- simplitate în aplicare în cazul minelor cu reţele de extindere mică şi cu număr minim de instalaţii principale de ventilaţie;
- nu necesită cheltuieli de investiţii şi exploatare;
- posibilitatea utilizării cu intermitenţă.

Metoda prezintă însă o serie de dezavantaje care au limitat domeniul său de aplicare şi anume:

— evacuarea aerului viciat se face prin lucrările principale de transport şi circulaţie a personalului;

— deplasează zonele îngheţate din lucrările miniere principale de transport, în alte lucrări miniere de legătură subteran-suprafaţă, cu implicaţii negative asupra duratei de funcţionare a ventilatoarelor principale;

— favorizează formarea ceţii în rampele superioare ale puţurilor (la suprafaţă);

— necesită modificări în sistemul de aeraj, funcţie de complexitatea reţelei, în vederea alimentării cu aer proaspăt a fronturilor de lucru;

— nu este aplicabilă la minele grizutoase;
— necesită încercări prealabile la minele cu rețele complexe și cu mai mult de două instalații principale de ventilație.

Drenarea și captarea apelor de infiltrație constituie, de asemenea, o metodă eficientă, însă nu elimină necesitatea aplicării uneia din metodele menționate de protejare contra înghețului (încălzirea artificială a aerului sau inversarea aerajului).

1. *Încălzirea aerului de intrare în mină*

Asigurarea temperaturii de +2°C, reglementată prin norme, la intrarea aerului în subteran, după cum s-a menționat, se poate realiza prin intermediul sistemelor de încălzire.

Un sistem de încălzire reprezintă complexul de elemente constructive, destinate pentru obținerea, crearea și transferul căldurii necesare.

Particularitățile fiecărei mine însă implică sisteme diferențiate pentru încălzirea aerului de intrare în subteran. Aceste diferențieri sînt determinate de:

- mărimea (capacitatea) instalațiilor de încălzire în raport cu cantitatea de aer vehiculată și cu temperatura minimă absolută specifică zonei geografice;
- structura instalației și modul de amplasare funcție de statutul minei (mină în funcțiune, mină în deschidere, cu lucrări miniere de acces verticale sau orizontale);
- tipul agentului termic și al combustibilului.

Domeniul de variație al capacității instalațiilor de încălzire este relativ mare, ca urmare a gamei largi de debite de aer vehiculate în subteran, la minele din țara noastră și anume: de la 200 pînă la 5 000 m³/min. La această variație poate contribui, de asemenea, și varianta de principiu care se adoptă și anume:

— cu încălzirea întregii cantități de aer vehiculată printr-o lucrare minieră;

— cu încălzirea parțială a debitului de aer vehiculat prin aceeași lucrare.

De menționat că, în cadrul celor două variante, influența temperaturilor de încălzire asupra capacității fiecărei instalații este diferită.

În ceea ce privește structura instalațiilor propriu-zise, diferențele sînt determinate, atît de mijloacele de vehiculare a aerului cald (cu sau fără ventilatoare suplimentare), cît și de statutul fiecărei mine, respectiv particularitățile fiecărei lucrări miniere (amenajări și construcții speciale de izolare și conducere a aerului cald).

Ca agent termic, pentru încălzire poate fi utilizat oricare mediu care posedă capacitatea de a acumula și ceda căldură, prezintă un grad ridicat de mobilitate, asigură securitatea și nu are preț ridicat (apă, aburi etc.).

1.1. Cerințe tehnice generale privind instalațiile de încălzire

La elaborarea soluțiilor de încălzire a aerului de intrare în subteran, respectiv la proiectarea instalațiilor, trebuie să se țină seama de următoarele cerințe tehnice generale.

a. Instalațiile trebuie să asigure, în condiții de securitate, încălzirea aerului care intră în mină pînă la cel puțin +2°C.

b. Cheltuielile de investiții, exploatare și întreținere, să fie minime.

c. Rezistențe aerodinamice reduse, în scopul evitării, atît a utilizării ventilatoarelor suplimentare pentru vehicularea aerului cald (în varianta încălzirii parțiale a aerului), cît și a creșterii depresiunii ventilatoarelor principale.

d. Amplasarea, la distanță minimă față de suprafață, a racordului dintre lucrarea minieră principală (puț sau galerie de coastă) și canalul de aducțiune a aerului cald.

e. Instalațiile să fie dotate cu mijloace de reglare, în vederea modificării regimului termic, funcție de temperatura mediului exterior și, de asemenea, să fie echipate cu aparatură de măsurare a parametrilor tehnici specifici.

1.2. Alegerea variantei de încălzire

Încălzirea debitului total de aer care intră în subteran, printr-o lucrare minieră, sau încălzirea numai a unei părți din acest debit, după cum s-a menționat, reprezintă variantele prin care se poate asigura realizarea temperaturii de +2°C, reglementată prin norme.

Conform relației generale, bilanțul termic, în cazul amestecului a doi curenți cu parametri de stare diferiți, este:

$$Q_i\, t_i\, C_p + (Q_t - Q_i)\, t_e \cdot C_p = Q_t \cdot t_a \cdot C_p$$

în care:

Q_t reprezintă debitul total de aer vehiculat în lucrarea minieră, kg/s;
Q_i — debitul de aer încălzit, kg/s;
$(Q_t - Q_i)$ — debitul curentului de aer rece, kg/s;
t_i — temperatura aerului încălzit, °C;
t_e — temperatura aerului la suprafață, °C;
t_a — temperatura aerului, după amestecul curenților de aer cald și rece, °C;
C_p — căldura specifică a aerului la presiune constantă.

Din această relație de bilanț rezultă:

$$Q_i = Q_t \frac{t_a - t_e}{t_i - t_e}, \text{ kg/s}$$

Ecuația de mai sus, care exprimă dependența dintre debitul total de aer dintr-o lucrare

minieră și debitul de aer încălzit, permite alegerea variantei optime în care se va proiecta instalația de încălzire.

Astfel, în cazul în care, temperatura de încălzire t_i se admite a fi egală cu temperatura aerului după amestec t_a, debitul de aer care trebuie încălzit va fi egal cu debitul total de aer al lucrării de acces în subteran ($Q_i = Q_t$).

Odată cu creșterea temperaturii de încălzire a aerului t_i, debitul de aer care urmează a fi încălzit se reduce. Temperatura economică pînă la care trebuie încălzit aerul este de circa 100°C. Pentru a se elimina însă riscul producerii accidentelor (arsuri), temperatura maximă de încălzire a aerului se limitează la 70°C.

Creșterea de temperatură necesară a se realiza, în raport cu temperatura mediului exterior, calculată cu ajutorul relației $\Delta t = t_i - t_e$, în cele două variante, este de:

● Încălzirea debitului total de aer:

— minele Lueta și Harghita (pentru $t_e = -30$ °C):

$\Delta t = 2 - (-30) = 32$°C;

— alte bazine miniere (pentru $t_e = -20$°C):

$\Delta t = 2 - (-20) = 22$°C.

● Încălzirea parțială a debitului de aer aferent lucrării miniere de acces în subteran:

— minele Lueta și Harghita:

$\Delta t = 70 - (-30) = 100$ °C;

— alte bazine miniere:

$\Delta t = 70 - (-20) = 90$°C.

Din cele expuse, rezultă că, în cazul încălzirii debitului total de aer, creșterea de temperatură necesară este de 3—4 ori mai mică, decît în cazul încălzirii parțiale a debitului de aer, avînd ca rezultat un consum energetic specific mai mic.

De asemenea, încălzirea debitului total de aer prezintă, în plus, următoarele avantaje:

— rezistențe aerodinamice scăzute, ca urmare a numărului mic de elemente de încălzire, fapt care permite utilizarea numai a ventilatoarelor principale;

— se asigură condiții climatice favorabile în zona de intrare a aerului în subteran (exemplu rampele superioare ale puțurilor), evitîndu-se în acest fel înghețarea tronsonului de lucrare din apropierea suprafeței, formarea ceții, îmbolnăviri ale personalului etc.

Dezavantajul major însă pe care îl prezintă această variantă și anume, obligativitatea etanșării construcțiilor de la suprafață, a determinat limitarea domeniului său de aplicare.

În consecință, în practica minieră s-a generalizat condiționarea aerului vehiculat în lucrările miniere principale de acces subteran-suprafață, prin încălzirea parțială a debitelor de aer aferente acestor lucrări. Metoda prezintă cea mai largă aplicabilitate, ca urmare a flexibilității, în adaptare, la structura fiecărei lucrări miniere.

În principiu, acest sistem constă în realizarea unui curent de aer cald (cu un debit de circa 20—30% din debitul total aferent lucrării miniere), prin intermediul unei instalații de încălzire amplasată la suprafață și conducerea acestui curent de aer printr-un canal, executat special pînă la lucrarea minieră prin care se face alimentarea cu aer, direct de la suprafață.

1.3. Posibilități de diminuare a efectelor negative la încălzirea parțială a aerului

Încălzirea parțială a aerului aferent unei lucrări miniere de acces subteran-suprafață este definită de procesul fizic care are loc la unirea a doi curenți cu parametri termodinamici diferiți.

În acest proces fizic, cu cît diferențele între mărimea parametrilor termodinamici sînt mai mari, cu atît amploarea efectelor nedorite este mai mare.

Astfel, în domeniul de variație specific încălzirii aerului la intrarea în subteran, delimitat de valorile temperaturii, umidității relative și conținutului de umezeală, caracteristice aerului de la suprafață: $t_e = 0$°C ÷ 30°C; $\varphi = 60 \div 90$%; $d = 0{,}5 \div 2$ g/kg și de valorile acelorași mărimi caracteristice aerului încălzit $t_t = 40 \div 70$°C; $\varphi = 30 \div 50$% și $d = 10 \div 15$ g/kg, se produc efecte secundare cum ar fi: formare de ceață și picături de apă, neuniformități mari ale temperaturilor în secțiunea lucrării, tiraj negativ, creșterea coroziunii etc.

Cercetările întreprinse au arătat că aceste efecte secundare sînt influențate, de asemenea, de parametrii geometrici specifici canalului de conducere a aerului cald (secțiune, unghi de racord cu lucrarea minieră principală, distanța față de suprafață) și de mărimile caracteristice curgerii celor doi curenți (raportul vitezelor curenților de aer cald și rece).

Ecuația traiectoriei jetului de aer cald, în condițiile împingerii exercitate de către curentul de aer rece, determinată de legea conservării impulsului, este de forma:

$$x = \frac{y^2}{2} \frac{V_p^2}{V_c^2 d_0 \sin \alpha_0} (1 + 0{,}22 \operatorname{ctg} \alpha_0) + y \operatorname{ctg} \alpha_0$$

în care:

V_p este viteza curentului de aer vehiculat în lucrarea minieră principală, m/s;

V_c — viteza curentului de aer cald vehiculat prin canal, m/s;

d_0 și α_0 — diametrul canalului, m, și respectiv unghiul de racord al acestuia cu lucrarea minieră, grade.

Cu ajutorul acestei ecuații, se pot deduce condițiile în care se realizează procesul turbulent al schimbului de căldură între doi curenți de aer (cald și rece).

În cadrul cercetărilor întreprinse de către C.C.S.M. Petroşani, s-a urmărit determinarea, pe bază de măsurători, a structurii cîmpurilor de temperatură în zona de amestec. În acest scop au fost efectuate experimentări în cadrul sistemului de încălzire parţială a aerului existent la puţul Stefan din cadrul I. M. Lupeni, sistem care a permis modificarea, în limite largi, a debitului de aer cald, vehiculat prin canal. Reglarea debitului aferent curentului de aer cald s-a realizat prin funcţionarea, în comun sau individuală, a celor două ventilatoare din componenţa sistemului de încălzire, precum şi prin variaţia rezistenţei aerodinamice cu ajutorul şuberului.

Experimentările au constat din determinarea debitelor de aer vehiculat pe puţ, respectiv în canalul de aer cald, şi din măsurători ale temperaturii aerului în puţ, din 2 în 2 m, începînd de la suprafaţă, pe o adîncime de circa 20 m.

Pentru cunoaşterea detaliată a procesului de amestec, la nivelul fiecărei secţiuni de măsurare s-au efectuat măsurători ale temperaturii aerului în şapte puncte plasate pe diametru, la distanţă de aproximativ 0,6 m unul faţă de altul.

Măsurătorile de temperatură s-au efectuat după fiecare modificare a regimului de funcţionare aferent ventilatoarelor din componenţa sistemului de încălzire.

În funcţie de mărimea raportului vitezelor curenţilor de aer cald V_c şi rece V_p s-au evidenţiat trei moduri de plasare a jetului de aer cald în secţiunea lucrării şi anume:

- pentru raportul $V_c/V_p < 1{,}3$, începînd din zona de amestec, jetul de aer cald, cu temperaturi cuprinse între 26 şi 13,4°C, s-a situat pe aceeaşi parte, cu canalul de aer cald, pe o adîncime de circa 20 m, fără să se ajungă la omogenizarea temperaturilor (fig. 1*a* şi tab. 1);
- pentru raportul $V_c/V_p \approx 1{,}3$, jetul de aer cald, cu temperaturi cuprinse între 27 şi 13,8°C, era plasat aproximativ în centrul secţiunii puţului, ajungîndu-se la omogenizarea temperaturilor pe întreaga secţiune a puţului, la o adîncime de circa 12 m (fig. 1 *b* şi tab. 2);

Tabelul 1

Secţiunea de măsurare în puţ	Temperatura în staţiile de măsurare plasate în secţiunea puţului, °C						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
I–I	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
II–II	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	24,2	26,0
III–III	10,4	10,6	10,5	10,5	18,2	20,2	19,2
IV–IV	10,8	10,8	10,7	16,8	17,2	18,0	18,0
V–V	11,0	11,1	11,2	16,0	16,2	16,4	16,4
VI–VI	11,4	11,4	14,4	14,8	15,0	15,0	15,0
VII–VII	11,6	11,6	13,4	13,4	13,6	13,4	13,4

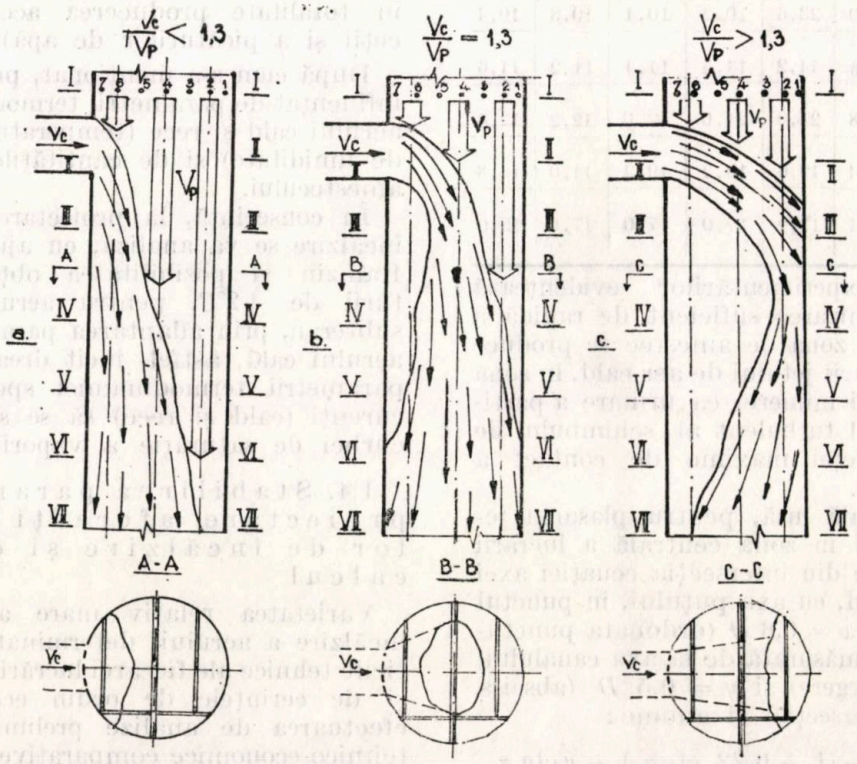


Fig. 1. Structura curenţilor de aer cald şi rece în funcţie de raportul vitezelor acestor curenţi

• pentru raportul $V_c/V_p > 1{,}3$, jetul de aer cald, cu temperaturi cuprinse între 27,2 și 17°C, era situat pe partea opusă canalului de aer cald, pe o adîncime de aproximativ 18 m, fără să se ajungă la omogenizarea temperaturilor (fig. 1 *c* și tab. 3).

Tabelul 2

Secțiunea de măsurare în puț	Temperatura în stațiile de măsurare plasate în secțiunea puțului, °C						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
I–I	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
II–II	9,6	9,6	9,6	9,6	25,0	26,0	27,0
III–III	9,8	9,6	9,8	24,2	25,4	9,8	9,8
IV–IV	9,8	23,2	24,0	23,8	23,6	23,0	9,9
V–V	10,2	18,0	18,2	19,0	19,0	18,0	10,8
VI–VI	14,0	13,9	13,9	13,9	14,0	13,8	13,8
VII–VII	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8

Tabelul 3

Secțiunea de măsurare în puț	Temperatura în stațiile de măsurare plasate în secțiunea puțului, °C						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
I–I	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
II–II	9,8	9,9	9,8	24,8	25,2	26,0	27,2
III–III	24,2	24,0	23,6	10,2	10,1	10,3	10,4
IV–IV	23,0	22,6	11,2	11,4	11,4	11,2	11,6
V–V	22,0	21,8	21,0	21,0	12,0	12,2	12,6
VI–VI	20,0	19,4	19,6	19,2	19,2	14,0	14,8
VII–VII	18,0	17,4	17,2	17,0	17,0	17,0	15,0

Rezultatele experimentărilor evidențează faptul că uniformizarea suficient de rapidă a temperaturilor în zona de amestec se produce în condițiile plasării jetului de aer cald, în zona centrală a lucrării miniere, ca urmare a participării la procesul turbulent al schimbului de căldură a suprafeței maxime de contact a celor doi curenți.

Condiția generală însă, pentru plasarea jetului de aer cald în zona centrală a lucrării miniere, se obține din intersecția ecuației axei jetului de aer cald, cu axa puțului, în punctul A de coordonate $x = 0{,}6\,D$ (ordonata punctului de intersecție măsurată de la axa canalului, în direcția de curgere) și $y = 0{,}5\,D$ (abscisa punctului de intersecție) și anume:

$$x = \frac{y^2}{2}\,\frac{V_p^2}{V_c^2 d_0 \sin\alpha_0}\,(1 + 0{,}22\ \mathrm{ctg}\,\alpha_0) + y\,\mathrm{ctg}\,\alpha_0$$

și

$$A\begin{cases} y = 0{,}5\,D \\ x = 0{,}6\,D \end{cases}$$

din care rezultă:

$$V_c = \frac{V_p}{2}\sqrt{\frac{D\,(1 + 0{,}22\ \mathrm{ctg}\,\alpha_0)}{d_0 \sin\alpha_0\,(1{,}2 - \mathrm{ctg}\,\alpha_0)}}\ ,\ \mathrm{m/s}$$

Pentru racordul canalului de aer cald cu lucrarea minieră, sub un unghi $\alpha_0 = 90°$, viteza curentului de aer cald, la ieșirea din canal, se determină cu relația:

$$V_c = \frac{V_p}{2}\sqrt{\frac{D}{1{,}2\,d_0}}\ ,\ \mathrm{m/s}$$

Pentru lucrările miniere principale de acces în subteran, dotate cu sisteme de încălzire a aerului, plasarea jetului de aer cald în zona centrală a lucrării se poate realiza prin asigurarea mărimii vitezei de circulație a aerului la ieșirea din canal, rezultată din relația menționată.

La proiectarea sistemelor de încălzire, mărimea diametrului canalului de conducere a aerului cald d_0 se va corela cu debitul de aer necesar a fi încălzit, astfel încît pierderea de presiune aferentă sistemului de încălzire să nu depășească valoarea 20 mm col. apă.

Realizarea amestecului optim, respectiv plasarea jetului de aer cald în zona centrală a lucrării miniere, reprezintă o condiție necesară pentru diminuarea efectelor nedorite specifice încălzirii parțiale a aerului, care însă nu exclude în totalitate producerea acestora (formarea ceții și a picăturilor de apă).

După cum s-a menționat, procesul fizic este influențat de parametrii termodinamici aferenți aerului cald și rece (temperatura și conținutul de umiditate) și de cantitățile de aer supuse amestecului.

În consecință, la proiectarea sistemului de încălzire se va analiza, cu ajutorul diagramei Ramzin și posibilitatea obținerii temperaturii de +2°C, pentru aerul de intrare în subteran, prin adaptarea parametrilor aferenți aerului cald, astfel încît dreapta care unește parametrii termodinamici specifici celor doi curenți (cald și rece) să se situeze în stinga curbei de saturație a vaporilor de apă.

1.4. Stabilirea parametrilor de proiectare aferenți instalațiilor de încălzire și etapelor de calcul

Varietatea relativ mare a sistemelor de încălzire a aerului, determinată de caracteristicile tehnice ale fiecărei lucrări miniere, precum și de cerințele de ordin economic, implică efectuarea de analize preliminare și calcule tehnico-economice comparative pentru alegerea soluției optime care urmează a fi aplicată.

Analiza preliminară a sistemelor de încălzire, posibile de aplicat, deşi nu se substituie calculelor tehnico-economice, reprezintă o etapă obligatorie deoarece permite eliminarea, încă din faza iniţială, a soluţiilor neadecvate, luîndu-se în considerare următoarele criterii:

— condiţiile climatice minimale;

— posibilităţi de adoptare a sistemului de încălzire la condiţiile specifice fiecărei lucrări miniere;

— posibilităţi de procurare a sursei de căldură şi a instalaţiilor.

La calculele tehnico-economice comparative se vor evidenţia diferenţele dintre cheltuielile de investiţii şi cele de exploatare, precum şi raportul acestor cheltuieli.

Indiferent însă de sistemul de încălzire care se preconizează, datele iniţiale pentru stabilirea parametrilor tehnici specifici instalaţiilor sînt următoarele:

- debitul total de aer — volumetric (m^3/h) sau gravimetric (kg/h) — vehiculat prin lucrarea minieră principală de acces în subteran;
- debitul de aer necesar a fi încălzit, astfel încît după realizarea amestecului să se obţină temperatura minimă de +2°C;
- temperatura minimă a aerului atmosferic specifică zonei;
- temperatura maximă a aerului încălzit (maxim 70°C);
- natura agentului termic.

Pe baza acestor date, pentru stabilirea parametrilor tehnici specifici unei instalaţii de încălzire, sînt necesare etapele de proiectare redate mai jos.

a. Se adoptă valoarea vitezei gravimetrice de mişcare a aerului prin secţiunea liberă a bateriilor de încălzire $V_1\gamma_1$ ($kg/m^2 \cdot s$) şi a vitezei de circulaţie a apei (agent termic) în baterii, W_1 (m/s).

Viteza gravimetrică de mişcare a aerului $V_1\gamma_1$ trebuie să se situeze între limitele 5—8 $kg/m^2 \cdot s$, iar viteza de circulaţie a apei (agentul termic) W_1 între 0,3—0,8 m/s.

b. Se determină secţiunea liberă f_c, pentru circulaţia aerului, specifică unei baterii de încălzire:

$$f_c = \frac{Q_i}{V_1 \cdot \gamma_1}, \ m^2$$

în care:

Q_i este cantitatea de aer necesară a fi încălzită, kg/s;

$$Q_i = \frac{t_a - t_e}{t_i - t_e} Q_t, \ kg/s$$

unde:

Q_t este debitul total de aer vehiculat în lucrarea minieră, kg/s;

t_a — temperatura aerului după amestecul curenţilor de aer cald şi rece (+2°C);

t_e — temperatura aerului la suprafaţă, °C;

t_i — temperatura aerului încălzit (max. 70°C).

c. Se alege un model de baterie, cu o secţiune liberă f, imediat superioară celei calculate ca necesară (Catalog de norme interne pentru aparate şi anexe ale instalaţiilor de încălzire).

d. Se determină viteza gravimetrică reală, $V\gamma$, funcţie de valoarea f, cu ajutorul relaţiei:

$$V\gamma = \frac{Q_i}{f}, \ kg/m^2 \cdot s$$

e. Se determină viteza reală de circulaţie a apei (agentul termic) W, în baterie, m/s:

$$W = \frac{M}{3600 \cdot 1000 \cdot f_a}, \ m/s$$

unde:

M este debitul agentului termic (apă), kg/h;

1000 — densitatea apei, kg/m^3;

f_a — secţiunea liberă, pentru circulaţia agentului termic specifică bateriei adoptate, m^2.

Debitul agentului termic se determină cu ajutorul relaţiei:

$$M = \frac{G}{C_a(t_1 - t_2)}, \ kg/h$$

în care:

G — cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea aerului, kcal/h

$G = 0{,}24 \cdot 3600 \, Q_i \, (t_i - t_e)$, kcal/h;

C_a — căldura specifică medie a apei corespunzătoare temperaturii medii $\frac{t_1 + t_2}{2}$, kcal/kg·grd;

t_1 — temperatura apei la intrarea în baterie, °C;

t_2 — temperatura apei la ieşirea din baterie, °C.

Se recomandă ca în instalaţiile de încălzire a aerului de intrare în mină să se utilizeze ca agent termic apa caldă ($t_1 = 95$°C şi $t_2 = 75$°C) sau apa supraîncălzită ($t_1 = 150$°C şi $t_2 = 70$°C).

f. Se determină coeficientul total de transfer termic, specific bateriei, cu ajutorul relaţiei:

$$K = p_1 (V\gamma)^{q_1} W^r, \ kcal/m^2 \cdot h \cdot grade,$$

în care coeficientul p_1 şi exponenţii q_1 şi r sînt constanţi, depinzînd de tipul constructiv al bateriei adoptate, conform specificaţiei din cataloagele de specialitate.

La determinarea coeficientului total de transfer termic K se va aplica o majorare de 10—25%, avînd în vedere reducerea acestui coeficient, odată cu creşterea duratei de funcţionare a bateriilor de încălzire.

g. Pierderea de presiune Δh, la trecerea aerului prin baterie, se determină cu ajutorul relaţiei:

$$\Delta h = m \, (V \cdot \gamma)^n, \ mmH_2O$$

în care coeficientul m şi exponentul n sînt constanţi şi depind de construcţia bateriei (din catalog).

Valoarea pierderii de presiune Δh în bateriile de încălzire, inclusiv în canalul de conducere a aerului cald, cu diametrul d_0, nu trebuie să depășească 20 mmH_2O. (Valoarea diametrului d_0 se va corela cu obligativitatea plasării jetului de aer cald în zona centrală a lucrării miniere).

h. Se determină suprafața totală necesară încălzirii S cu ajutorul relației:

$$S = \frac{G}{K\Delta t}, \text{ m}^2$$

în care:

t reprezintă diferența dintre temperatura medie a agentului termic și temperatura medie a aerului:

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_e + t_i}{2}, \text{ °C}$$

i. Se determină numărul de baterii necesare, N, cu ajutorul relației:

$$N = \frac{S}{s}$$

în care:

s reprezintă suprafața de încălzire a unei baterii, conform cataloagelor uzinelor constructoare, m².

j. Se stabilește suprafața reală de încălzire aferentă instalației:

$$S_r = N \cdot s, \text{ m}^2$$

k. Se determină costul unui kilogram de aer încălzit cu ajutorul relației:

$$d = \frac{0{,}24}{K}\left(\frac{b \cdot e}{Z} + \frac{U \cdot f(V\gamma)^2}{102\,\eta \cdot \gamma \cdot S}\right)\frac{t_i - t_e}{\Delta t}, \text{lei/kg}$$

în care:

b este costul unitar al suprafeței unei baterii de încălzire, lei/m²;
e — cota de amortizare a investiției;
U — costul energiei electrice, lei/kWh;
Z — durata de funcționare a instalației de încălzire, h/an;
η — randamentul ventilatorului.

1.5. Criterii privind oportunitatea aplicării încălzirii artificiale a aerului de intrare în subteran

Condiționarea, prin încălzire, a aerului de intrare în subteran reprezintă metoda cea mai indicată pentru realizarea condițiilor adecvate desfășurării activității în lucrările miniere principale de legătură subteran-suprafață.

Cu ajutorul acestei metode pot fi evitate efectele nedorite ale temperaturilor scăzute de la suprafață, fără să se efectueze modificări esențiale în sistemul de aeraj și implicit în starea de securitate a minelor.

Avînd în vedere însă costul relativ ridicat al sistemelor de încălzire, randamentul scăzut al instalațiilor și durata mică de funcționare în decursul unui an, se apreciază că opțiunea pentru aplicarea condiționării aerului prin încălzire este recomandabil să se facă, luîndu-se în considerare următoarele elemente:

— frecvența mare a temperaturilor scăzute (< −10°C);
— infiltrații permanente de apă în lucrările principale de acces în subteran;
— viteza de circulație a aerului în lucrările de acces în mină este mai mare de 3,5 m/s;
— ritmicitate relativ scăzută în transportul producției sau materialelor;
— posibilități locale de procurare a sursei de energie;
— durata de exploatare a zăcămintelor de substanțe minerale utile mai mare de 10 ani.

Concluzii

Cercetările întreprinse de către C.C.S.M. Petroșani, în vederea stabilirii parametrilor de proiectare a sistemelor de încălzire a aerului de intrare în subteran, au permis evidențierea următoarelor concluzii.

● Diminuarea perturbațiilor în transport, generate de îngheț, cum sînt: blocarea coliviilor, reducerea secțiunilor, căderea blocurilor de ghiață, degradarea susținerilor etc. se poate realiza, fie prin încălzirea aerului de intrare în subteran, fie prin inversarea curenților de aer și redistribuirea acestora, cu și fără captarea apelor de infiltrații.

● Inversarea curenților de aer, deși reprezintă o metodă utilă de protejare, în anotimpul rece, a căilor principale de extragere a substanței minerale utile, prezintă un domeniu limitat de aplicare datorită următoarele dezavantaje:

— evacuarea aerului viciat se face prin lucrările principale de transport și circulație a personalului;

— deplasează zonele de îngheț din lucrările miniere principale de transport, în alte lucrări miniere de legătură subteran-suprafață, cu implicații negative asupra duratei de funcționare a ventilatoarelor principale;

— favorizează formarea ceței în rampele superioare ale puțurilor (la suprafață);

— nu este aplicabilă la minele grizutoase și la minele cu mai multe instalații principale de ventilație.

● Asigurarea temperaturii de +2°C la intrarea aerului în mină (reglementată prin normele republicane de protecția muncii) se poate realiza, fie prin încălzirea debitului total de aer, fie prin încălzirea parțială a acestuia.

Încălzirea debitului total de aer, deși se caracterizează printr-un consum energetic mai scăzut, prezintă însă un domeniu limitat de

aplicare, ca urmare a obligativității etanșării construcțiilor de la suprafață.

Încălzirea parțială a debitului de aer vehiculat în subteran are cea mai largă aplicabilitate datorită flexibilității în adoptare la structura fiecărei lucrări miniere.

● Cercetările efectuate au permis stabilirea condițiilor care asigură reducerea efectelor secundare, rezultate în procesul de amestec al curenților de aer cu parametrii de stare diferiți (aer cald și aer rece) cum sînt: formarea de ceață și picături de apă, neuniformități ale temperaturilor în secțiunea lucrărilor, tiraj negativ etc.

Aceste condiții se referă la:

— raportul vitezelor curenților de aer cald și rece în scopul plasării jetului de aer cald în zona centrală a lucrării miniere;

— temperatura de încălzire a aerului, în raport cu mărimea debitului, astfel încît să se evite obținerea amestecurilor cu parametrii de stare situați la dreapta curbei de saturație a vaporilor de apă (diagrama Ramzin).

De asemenea, prin cercetările efectuate s-a definitivat metoda de proiectare a sistemelor de încălzire a aerului, respectiv criteriile privind oportunitatea aplicării acesteia.

Spre o nouă concepție asupra evoluției Platformei moesice?

Dr. geol. **D. Paraschiv**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Cu aproximativ un an în urmă a terminat forajul o sondă de prospecțiune, amplasată în partea centrală a Platformei moesice. Numită 4 517 Cartojani (fig. 1, 2), această sondă a săpat pînă la 4 500 m și, în limitele adîncimii realizate, a oferit cîteva surprize care impun reexaminări și reinterpretări ale datelor obținute în Vorlandul Carpaților meridionali, la nivelul formațiunilor prejurasice. Rîndurile care urmează vin să exprime cîteva reflecții preliminare prilejuite de informațiile provenite de la sonda 4 517 Cartojani, asociate și cu alte date de cunoaștere anterioare.

Începînd de la suprafață și pînă la adîncimea de circa 2 562 m, forajul în discuție a deschis o succesiune de depozite cunoscute în regiune. Partea superioară a secvenței sedimentare, pe o grosime de 1 051 m, aparține neogenului, reprezentat (începînd din bază) prin sarmațian, meoțian, ponțian, dacian și levantin, iar într-o foarte mică măsură și cuaternarului. Toată succesiunea de depozite neogene-cuaternare, practic, exclusiv detritică, alcătuiește Grupul Buzău, în cadrul căruia se poate separa: o secvență inferioară, predominant pelitică aparținînd sarmațianului, meoțianului și ponțianului — reprezentînd Formațiunea de Urziceni și o secvență superioară, dacian-levantin-cuaternară, aproape exclusiv psamitică, cu intercalații de conglomerate, argile și lignit, constituind Formațiunea de Ianca [2].

Neogenul se dispune, transgresiv și discordant, peste cretacic, care, împreună cu malmul, cumulează o grosime de 1 092 m (intervalul 1 051—2 143 m). Secvența malm-cretacică se caracterizează printr-o monotonie litologică, în alcătuirea ei intrînd calcare (uneori organogene), calcare argiloase și dolomite. Malmul se așterne peste dogger, ale cărui gresii silicioase și gresii argiloase nu totalizează decît 79 m. Încadrat de două discordanțe stratigrafice, doggerul face parte din același ciclu major de sedimentare cu malmul și cretacicul.

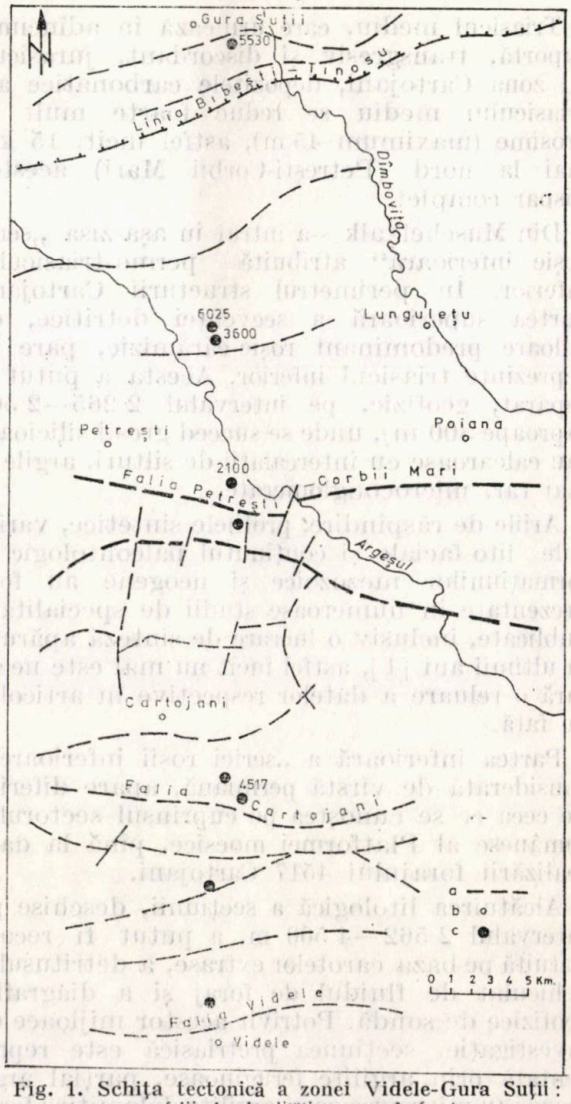


Fig. 1. Schița tectonică a zonei Videle-Gura Suții: *a* — falii; *b* — localități; *c* — sonde forate.

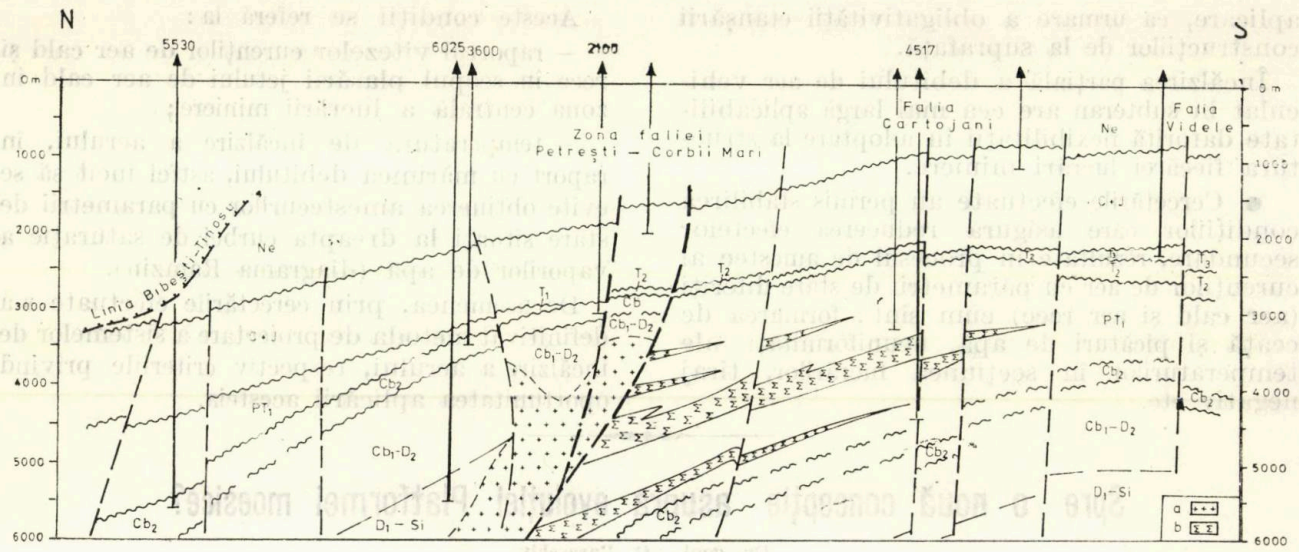


Fig. 2. Secțiune geologică în regiunea Videle-Gura Suții:

a — roci magmatice intrusive; *b* — sare gemă; *Ne* — neogen; *C+J* — cretacic + jurasic; T_2 — triasic mediu; $P.T_1$ — permo-triasic inferior; Cb_2 — namurian; *CB1—D* — dinanțian-givețian; *D1—Si* — eodevonian-silurian.

Triasicul mediu, care urmează în adîncime, suportă, transgresiv și discordant, jurasicul. În zona Cartojani, depozitele carbonatice ale triasicului mediu se reduc foarte mult în grosime (maximum 45 m), astfel încît, 15 km mai la nord (Petrești-Corbii Mari) acestea dispar complet.

Din Muschelkalk s-a intrat în așa-zisa „serie roșie inferioară" atribuită permo-triasicului inferior. În perimetrul structurii Cartojani, partea superioară a secvenței detritice, de culoare predominant roșie-cărămizie, pare să reprezinte triasicul inferior. Acesta a putut fi separat, geofizic, pe intervalul 2 265—2 562 (aproape 300 m), unde se succed gresii silicioase sau calcaroase cu intercalații de silturi, argile și mai rar, microconglomerate.

Ariile de răspîndire, profilele sintetice, variațiile lito-faciale și conținutul paleontologic al formațiunilor mezozoice și neogene au fost prezentate în numeroase studii de specialitate publicate, inclusiv o lucrare de sinteză apărută în ultimii ani [1], astfel încît nu mai este necesară o reluare a datelor respective în articolul de față.

Partea inferioară a „seriei roșii inferioare", considerată de vîrstă permiană, apare diferită de ceea ce se cunoștea pe cuprinsul sectorului românesc al Platformei moesice, pînă la data realizării forajului 4517 Cartojani.

Alcătuirea litologică a secțiunii, deschise pe intervalul 2 562—4 500 m, a putut fi reconstituită pe baza carotelor extrase, a detritusului vehiculat de fluidul de foraj și a diagrafiei geofizice de sondă. Potrivit acestor mijloace de investigație, secțiunea pretriasică este reprezentată prin argilite feruginoase, parțial argiloase sau microgrezoase, argilite dolomitice feruginoase, marne feruginoase microgrezoase, microgresii anhidritice feruginoase, mai rar intercalații de calcarenite, precum și prin sare gemă, albă și roză, cu impurități alcătuite din marne și gresii. Argilitele și gresiile conțin cuiburi și benzi cu anhidrit și gips. Cimentul unor gresii este anhidritic, iar diaclazele și fisurile sînt umplute, de asemenea, cu produse evaporitice. Întreaga secvență de depozite are culoarea brun-roșcată, ciocolatie. Înclinarea stratelor este de 2—9°.

După diagrafia geofizică, verificată cu carote, sarea gemă alcătuiește un orizont gros de circa 200 m (intervalul 3 545—3 775 m). Intercalații subțiri de sare pot exista și sub adîncimea de 3 750 m. Aceeași diagrafie geofizică sugerează prezența unor bancuri groase de evaporite, pe intervalele 3 330—3380 m și 3 430—3 450 m, fără să se poată preciza natura lor.

Depozitele subcontinental-lagunare, traversate de sonda 4 517 Cartojani, sînt aproape total lipsite de resturi fosile determinabile. Unele forme microfaunistice și microfloristice, provenind de la adîncimile de 3 628—3 633 m și 3 921—3 926 m, nu pot fi considerate concludente pentru aprecierea vîrstei. Ținîndu-se seama de caracterul predominant continental al depozitelor și de superpoziția stratigrafică (acestea suportă triasicul inferior) se consideră că secvența cu sare de la Cartojani aparține permianului. Se reamintește că permianul cu sare mai este cunoscut, la sud de Dunăre, pe teritoriul bulgar, la Mirovo.

Ținîndu-se seama de datele aduse în discuție, sonda 4 517 Cartojani a oferit două surprize de proporții. În primul rînd este de reținut grosimea neașteptat de mare a secvenței cvasicontinentale pretriasice care, deși deschisă pe

un interval de circa 2 000 m, aceasta n-a fost traversată în întregime, la adîncimea de 4 500 m sonda rămînînd cu talpa în „seria roșie inferioară". În al doilea rînd, prezența sării geme, neîntîlnită pînă acum, la acest nivel, în sectorul românesc al Platformei moesice.

Informațiile sondei 4 517 îmbracă un aspect cu atît mai surprinzător cu cît, la nord de Carojani, adică în direcția în care depozitele jurasice, cretacice și neogene se afundă foarte mult (fig. 2), ultimele (cele neogene) manifestînd și o tendință de îngroșare continuă, permianul n-a fost întîlnit. Astfel, sondele 3 600 și 6 025 Brîncoveanu (fig. 1, 2) au intrat din dogger în triasicul inferior, iar de aici direct în carboniferul terigen (Formațiunea de Vlașin). Ceva mai la sud, sonda 2 100-Petrești, după ce a traversat doggerul, potrivit diagrafiei geofizice a interceptat Formațiunea de Vlașin [3]. Cu alte cuvinte, în această sondă lipsește nu numai permianul ci, posibil, și Triasicul inferior. De la adîncimea de 3 174—3 175 m, corespunzînd probabil, carboniferului terigen, la sonda 2 100-Petrești s-a recuperat conglomerat cu fragmente de granite, ceea ce sugerează existența în apropiere a unui corp intrusiv (fig. 2).

Datele noi obținute permit elaborarea mai multor modele structurale și paleogeografice la nivelul prejurasicului, perioadă care pare să corespundă unei etape de evoluție a platformei, diferită de cea care a început cu doggerul și a durat pînă la sfîrșitul cretacicului, iar pe alocuri pînă în eocen. Rîndurile care urmează se vor opri asupra unuia dintre modele, susținut nu numai de elementele de cunoașterea de la Cartojani, ci și de cele obținute în partea de vest a platformei, la Optași-Ciurești, Iancu Jianu-Craiova etc.

Potrivit acestui model, Platforma moesică de la vest de Dîmbovița se compunea din cel puțin două compartimente majore (megablocuri), separate de un important cîmp de fracturi crustale. Orientat est-vest, acest cîmp de fracturi crustale trecea pe la sud de Petrești-Corbii Mari, nord Ciurești, Slatina, Sud-Iancu Jianu, Nord-Craiova, Sud-Brădești. Sistemul de fracturi menționat a apărut ori a fost reactivat în timpul diastrofismului breton sau a celui suditic și a continuat să fie activ pînă la sfîrșitul triasicului. Ca urmare a stresului din direcția sudică, marginea nordică a compartimentului meridional s-a scufundat și a exercitat o mișcare de subîmpingere în raport cu megablocul septemtrional. Local și periodic trebuie să se fi produs și coliziuni între compartimentele respective.

Dinamica relațiilor dintre megablocurile în discuție a generat o serie de procese asociate. În primul rînd este de menționat punerea în loc a unei succesiuni de magmatite acide și bazice, începînd din permian și pînă în triasicul superior. Unele rezervoare magmatice, cum ar fi corpurile de granite, granoriorite, diorite și gabbrouri, foarte frecvente în sectoarele Ciurești-Optași-Slatina, datează, probabil, din timpul distrofismului breton sau a celui sudetic. Din această categorie ar face parte și posibilul corp granitic din apropierea localității Petrești (fig. 2).

Pe măsura afundării marginei nordice a compartimentului meridional, în permian au început să apară lagune și chiar lacuri în această zonă de jgheab („trench"). Așa s-ar explica prezența sării geme la Cartojani și în împrejurimi, precum și existența rocilor carbonatice cu intercalații de magmatite efuzive acide și bazice în regiunea Ciurești. În restul platformei, la nord și la sud de zona jgheabului (trench), permianul, practic exclusiv continental, nu conține calcare și sare gemă.

Datorită subîmpingerii exercitate de megablocul meridional, marginea sudică a compartimentului septemtrional s-a ridicat continuu și într-un ritm foarte accelerat, ceea ce a determinat pe de-o parte erodarea parțială sau totală a cuverturii sedimentare de aici, iar de altă parte — acumularea unor secvențe deosebit de groase de conglomerate în sectoarele depresionare. În felul acesta se explică faptul că la Petrești, doggerul se dispune peste carboniferul mediu, iar la nord de Ciurești, termenul bazal al jurasicului acoperă, direct, paleozoicul inferior și chiar fundamentul platformei.

Același proces de coborîre a marginei compartimentului meridional, a permis instalarea mai devreme a mării mezotriasice în regiunea jghiabului. Faptul este susținut de îngroșarea secvenței carbonatice la Ciurești, pe seama adăugirii unor termeni în baza formațiunii. În schimb, la nord de cîmpul de fracturi crustale, triasicul mediu, format mai mult de calcare grezoase și gresii calcaroase, are o grosime din ce în ce mai redusă și o prezență discontinuă.

Mișcările de sens contrar realizate de cele două megablocuri în lungul fracturii crustale a continuat și în timpul triasicului superior, dovadă că termenul respectiv se dezvoltă, ca și Muschelkalk-ul, practic de la această linie spre sud. În fața dislocației în discuție (jgheabul permo-triasic), triasicul superior, asociat cu efuziuni bazice, se îngroașă foarte mult între Craiova și Slatina, ajungînd să depășească, pe alocuri, 800 m.

Rezumînd, datele prezentate mai înainte pledează pentru modelul structural-paleogeografic menționat, potrivit căruia, permianul de la Cartojani, prin grosimea anormală și faciesul său diferit, sugerează existența unui jgheab. Format la contactul dintre două segmente de litosferă (megablocuri), separate de un important cîmp de fracturi crustale, acest jgheab a funcționat în timpul permianului și al triasicului. Sub influența unui stres sudic, compartimentul meridional a avansat spre

nord, intrînd (prin subîmpingere) sub compartimentul septemtrional. În prezent este greu de spus dacă evoluția regiunii discutate a atins stadiul clasic de sistem „trench-arc".

Sistemul de dislocații și relațiile de încălecare dintre blocuri pot fi argumentate prin denivelarea structurală, prezența magmatitelor, deosebirile litofaciale și de grosime ale unor formațiuni, precum și prin ariile de răspîndire ale triasicului mediu și triasicului superior.

În afara forajelor realizate, modelul structural propus este susținut și de datele prospecțiunilor geofizice.

Noua manieră de interpretare a informațiilor existente nu interesează numai domeniul teoretic, ci are implicații și asupra concepțiilor privind formarea și protecția zăcămintelor de hidrocarburi. De aceea, aprofundarea unor astfel de studii va putea conduce la o revitalizare a activității de prospecțiune și explorare, cu consecințe economice pozitive.

Desigur, modelul prezentat constituie o tentativă, care se impune verificat, completat și corectat. Înainte de aceasta însă, apare oportun ca modelul să fie cunoscut și discutat. Prezentul articol constituie, deci, o invitație la discuții, ceea ce înseamnă mai mult și mai constructiv decît o prelungită expectativă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Paraschiv, D. *Platforma moesică și zăcămintele ei de hidrocarburi*. Ed. Acad. R.S.R., 1979, 195 pag.

[2] Paraschiv, D. *Structogenetic effects of the sliding processes in the Moesian Platform (Romania) and their economico-petroliferous implications*. 10 pag. (under print). Zagreb, 1981.

[3] Paraschiv, D. și Popescu, M. *Formațiunea de Vlasin. Noi date biostratigrafice și litofaciale*. Revista Mine, Petrol și Gaze, nr. 6, 1980, pag. 313—315.

RECENZII

A. POPA **EXPLOATĂRI MINIERE**

Obiectivele prioritare trasate de conducerea noastră de partid și de stat industriei miniere pentru cincinalul 1981—1985 prevăd intensificarea cercetărilor geologice, în vederea descoperirii de noi rezerve de substanțe minerale utile, creșterea producției de cărbuni, minereuri de fier, neferoase și nemetalifere, elaborarea de noi tehnologii și mecanizarea complexă a proceselor de producție, recuperarea și valorificare substanțelor utile din masa minieră, îmbunătățirea activității economice a minelor ș.a.

Concomitent cu preocupările pentru soluționarea problemelor enumerate, deosebit de actuală s-a dovedit și pregătirea cadrelor de specialiști la nivelul exigențelor pe care le impune dezvoltarea industriei miniere.

Pe acest tablou, care înfățișează perspectiva și strategia adoptată de țara noastră în valorificarea, cu eficiență maximă, a resurselor minerale de care dispunem, publicarea cărții **EXPLOATĂRI MINIERE** este extrem de actuală și binevenită. Bogata experiență de producție, cercetare și proiectare, ca și îndelungata activitate universitară a permis autorului, prof. univ. emerit dr. doc. *ARON POPA*, să prezinte, într-o formă concisă, elementele de bază dintr-o serie de domenii foarte diversificate din punctul de vedere al conținutului științific, dar extrem de importante pentru formarea culturii profesionale în domeniul minier.

Cartea, cu un volum de 579 pagini, este structurată — după o gîndire originală — în două părți cu 26 de capitole, 397 figuri și 73 de tabele.

În prima parte sînt dezvoltate bazele științelor geologice, noțiuni fundamentale din prospectarea și explorarea zăcămintelor de substanțe minerale utile, mecanica rocilor, săparea și susținerea lucrărilor miniere. Autorul prezintă elementele esențiale din mineralogie, petrografie și geologie. Zăcămintele de substanțe minerale utile sînt descrise după forma lor, geneza și modul de prezentare în scoarța terestră. O mare atenție este acordată modului de formare a zăcămintelor, zonele geografice în care sînt întîlnite diferite zăcăminte caracteristice și cu importanță economică mai deosebită, atît în țară, cît și peste hotare.

Pentru prospectarea și explorarea zăcămintelor sînt menționate metodele larg folosite în etapa actuală. Se descrie tehnologia de prospectare, aparatura folosită, caracteristicile aparatelor, domeniul rațional de aplicare a fiecărei metode. Autorul prezintă problematica și obiectivele lucrărilor de explorare, influența diferiților factori care condiționează obținerea rezultatelor corecte în caracterizarea zăcămintelor. Metodele de explorare sînt clasificate după o serie de criterii practice și cuprind toate variantele tehnologice posibile de utilizat în activitatea curentă. Se fac recomandări asupra factorilor ce trebuie analizați în vederea alegerii judicioase a metodelor de explorare.

Autorul acordă o atenție deosebită clasificării și metodologiei de calcul a rezervelor de substanțe minerale utile. Sînt arătate clasificările adoptate în țara noastră și descrise cinci metode de calcul a rezervelor, metodologia pentru calculul grosimilor și conținuturile medii dintr-un panou și bloc, sînt date exemple de calcul și tabele cu toți parametrii necesari pentru calculul final al rezervelor.

Noțiunile din domeniul mecanicii rocilor sînt dezvoltate în șase capitole și cuprind caracteristicile fizice, mecanice și elastice ale rocilor, rezultatele cercetărilor teoretice și practice referitoare la modul lor de determinare prin metode analitice, pe cale de laborator și „in situ"; este prezentată aparatura modernă folosită în scopul testării rocilor la diferite solicitări. Sînt ilustrate ipotezele asupra stabilității taluzurilor pentru tipurile de roci frecvent întîlnite în exploatarea la zi a zăcămintelor de substanțe minerale utile.

Autorul explică, într-un mod accesibil dar fundamentat, o serie de ipoteze care ilustrează corelația dintre coeziune și tensiune, compresiune-forfecare, tensiune-deformare, legitatea deformării elastice și plastice a rocilor ș.a.

Starea de tensiune și deformare a rocilor se analizează, pentru mediile elastice și plastice, prin prisma ipotezelor acceptate și verificate practic. Sînt descrise condițiile de stabilitate, distribuția tensiunilor pe conturul lucrărilor miniere orizontale, înclinate și verticale și formulele de calcul pentru determinarea lor.

Problematica referitoare la tehnica și tehnologiile folosite în săparea și susținerea lucrărilor miniere este dezvoltată pentru toate condițiile geo-miniere. Autorul indică factorii în baza cărora se elaborează proiectul de execuție a unei lucrări miniere, clasificarea metodelor de săpare, alegerea și dimensionarea suprafeței lucrărilor miniere, recomandă formule de calcul pentru determinarea parametrilor de săpare prin perforare-împușcare, utilajele folosite, caracteristicile lor tehnice și criteriile de alegere. Sînt descrise tehnologiile de săpare cu ajutorul combinelor, executarea lucrărilor în roci

acvifere, tehnologiile moderne de săpare a lucrărilor miniere înclinate și verticale.

În partea a doua sînt descrise metodele de exploatare a zăcămintelor de substanțe minerale utile în subteran și suprafață. Se fac referiri asupra criteriilor de exploatabilitate a zăcămintelor și a principalilor parametri de exploatare. Sînt prezentate relațiile de calcul în vederea dimensionării etajelor și a cîmpului minier prin metode grafo-analitice, metodologiile de calcul a capacității de producție a minelor, ponderea cheltuielilor de exploatare și de investiții, gruparea minelor în funcție de capacitatea lor de producție și durata optimă de activitate a unei mine.

Pentru deschiderea și pregătirea zăcămintelor sînt descrise variantele care asigură o mare eficiență tehnico-economică și criteriile care stau la baza proiectării deschiderii zăcămintelor. După o metodologie similară este descrisă pregătirea zăcămintelor. Se arată interdependența dintre lucrările de pregătire și de exploatare, condițiile care trebuie respectate în programarea lucrărilor de deschidere și pregătire, astfel încît să fie asigurată continuitatea procesului de exploatare a zăcămintelor. Descrierea principalelor operații din cadrul metodelor de exploatare subliniază procedeele de tăiere mecanică, hidromecanică și cu ajutorul explozivilor. Se fac referiri asupra combinelor de abataj și a plugurilor, tăierea cu găuri de mină, găuri de sondă și camere de minare.

Susținerea abatajelor este prezentată în ordinea succesiunii tehnologiilor experimentate și folosite pe parcursul anilor. Sînt menționate monografiile și tipurile de susținere din sectorul carbonifer, construcția și caracteristicile de lucru ale diferitilor stîlpi metalici și modul lor de funcționare. Se face o prezentare a susținerilor mecanizate, după particularitățile constructive și modul de acționare, gruparea lor în funcție de interacțiunea cu rocile înconjurătoare și prototipurile care se pretează cel mai bine condițiilor geo-miniere din țara noastră.

O atenție deosebită este acordată alegerii metodelor de exploatare. Sînt enumerate condițiile geo-miniere și criteriile alegerii metodelor de exploatare pentru zăcămintele de cărbuni și minereuri. După enumerarea factorilor care influențează modul de manifestare și intensitatea presiunii rocilor, sînt prezentate ipotezele presiunii rocilor, descrierea lor succintă, variația presiunii în abataj, în fața acestuia și în zona exploatată, și metodologia de calcul pentru determinarea acestui parametru.

Pentru exploatarea stratelor subțiri și de grosime medie, autorul menționează patru clase de metode, dar acordă o atenție deosebită metodelor de exploatare cu front lung care au o largă extindere în sectorul mineritului carbonifer.

Exploatarea stratelor groase este analizată în două variante : cu extragerea pe toată grosimea și cu extragerea prin împărțirea prealabilă a stratului în felii orizontale sau înclinate. Se fac referiri la experiența țării noastre în exploatarea stratelor groase din Valea Jiului și bazinul Motru, modul de pregătire a cîmpului minier, tehnologiile de extragere, indicii tehnico-economici realizați ș.a. Descrierea metodelor de exploatare a zăcămintelor de cărbuni este finalizată cu recomandări și criterii care trebuie să fie luate în considerare la alegerea metodelor de exploatare cu scopul de a fi asigurate condiții depline de securitate a procesului de producție și eficiență economică maximă.

Un spațiu adecvat este rezervat pentru prezentarea metodelor de exploatare aplicate zăcămintelor de minereuri. Cititorul poate să-și formeze o imagine reală asupra experienței pe care a dobîndit-o țara noastră, nu numai în exploatarea zăcămintelor filoniene, dar și a zăcămintelor groase și cu înclinare mare din perimetrul minelor Deva, Baia de Arieș, Moldova Nouă, Baia Sprie, Bălan ș.a.

Merită apreciată preocuparea autorului de a include în manual și descrierea metodelor de exploatare a zăcămintelor nemetalifere și rocilor utile. Sînt nominalizate substanțele minerale utile nemetalifere de care dispune țara noastră, se arată importanța lor economică în actuala conjunctură internă și internațională și se fac recomandări pentru valorificarea rațională a acestora. Este ilustrată experiența țării noastre în exploatarea zăcămintelor de sare.

Același interes îl manifestă autorul și pentru metodele de exploatare speciale. Sînt enumerate și descrise șase metode speciale : exploatarea prin dizolvare a sării, extragerea cărbunelui prin hidromecanizare, particularitatea gazificării subterane a zăcămintelor de cărbuni și exploatarea sulfului prin topire.

Pentru toate metodele speciale se arată avantajele din punct de vedere tehnic, economic și al securității muncii, condițiile de zăcămînt care asigură aplicarea lor cu eficiență economică ridicată.

Un capitol cuprinde noțiunile de bază, procesele tehnologice de derocare, deschiderea și exploatarea la zi a zăcămintelor de substanțe minerale utile. Sînt enumerate etapele premergătoare specifice exploatării la zi și dezvoltată ideea de limită economică în exploatarea la zi. Pentru determinarea acestui parametru sînt date formule de calcul, sînt specificate elementele unei cariere și dimensiunile lor. Sînt menționate procedeele de abataj manual, cu explozivi, mecanice și hidraulice. Se arată calculul parametrilor de perforare-împușcare și utilajele folosite pentru perforarea găurilor, progresele înregistrate în construcția încărcăturilor de explozivi etc.

În text se regăsesc excavatoarele cu o mare răspîndire în producție, parametrii lor constructivi și caracteristicile tehnice pentru clasa de excavatoare folosite în țara noastră. Sînt enumerate mijloacele de transport cu avantajele și dezavantajele lor caracteristice și domeniile de aplicare.

Aerajul minier cuprinde prezentarea proprietăților fizice ale aerului, fenomenul fizic al mișcării aerului de mină prin rețeaua subterană, formarea depresiunii și a rezistenței de frecare la trecerea curentului de aer. Sînt arătate criteriile și relațiile de calcul a debitelor de aer necesare și modul cum se asigură distribuirea acestora în lucrările miniere.

Din succinta prezentare, se poate aprecia că în cartea **EXPLOATĂRI MINIERE** se regăsesc toate elementele teoretice și practice, de la analiza geologică și prospectarea unui zăcămînt, pînă la exploatarea acestuia în condiții de subteran sau suprafață. Descrierea concisă, viziunea unitară de elaborare a fiecărui capitol, numărul mare de schițe care însoțesc și întregesc textul, selectarea multiplelor ipoteze, procese, metode și redarea lor într-o formă accesibilă dar cu respectarea nivelului și exigenței universitare, dovedește că autorul și-a propus și a reușit, într-un mod strălucit, să ofere, atît studenților, cît și specialiștilor din producție, cursanților de la formele de învățămînt postuniversitar, cadrelor didactice din liceele industriale, un autentic îndreptar tehnic minier și o lucrare de valoare pentru completarea literaturii noastre de specialitate.

Prof. dr. ing. **N. LETU**

INFORMAȚII

În ziua de 17 ianuarie 1981 a avut loc în cadrul Institutului de Mine Petroșani susținerea publică a tezei de doctorat **„Studiul interdependenței factorilor care determină calitatea proceselor de separare magnetică și flotație selectivă a feldspatului de la Muntele Rece în vederea optimizării fluxului tehnologic“**, prezentată de ing. *BOGDAN T. AUREL* de la Combinatul minier Cluj-Napoca.

În lucrare se trec în revistă elementele generale care determină selectivitatea proceselor de preparare ale feldspaților, potrivit datelor existente în literatura tehnică de specialitate, încadrînd în mod corespunzător minereul de pegmatit feldspatic de la Muntele Rece, sărac în raport cu alte minereuri străine, și stabilește criteriile de apreciere a rezultatelor preparării, plecînd de la conținutul în oxizi de metale alcaline Na_2O și K_2O, respectiv în funcție de raportul acestor factori. După un studiu aprofundat al minereului de la Muntele Rece, mineralogic și chimic, se propun relațiile de calcul tehnologic și economic a indicilor de preparare, ajungîndu-se la concluzia că cel mai indicat criteriu de eficiență este extracția echivalentă în feldspat *Ee*, relație care ține cont de diversele sortimente de feldspat, mică și cuarț care se obțin, concomitent, din proces. Valoarea acestui criteriu de eficiență, dublată de calculul concomitent al extracției cantitative al produselor obținute, exprimă, din punct de vedere tehnico-economic, în mod sintetic și ușor de calculat, coordonatele generale ale procesului, asigurînd condiții pentru adoptarea unor decizii privind orientarea tehnologiei în scopul obținerii unei eficiențe economice optime.

Cercetarea efectuată, abundentă în date de laborator și aprecieri industriale, se remarcă prin originalitatea abordării căilor de rezolvare tehnologică a unei probleme îndeobște extrem de dificilă, ajungînd la concluzia adoptării unui flux tehnologic combinat : de tratare magnetică și flotație. Prepararea magnetică în cîmp puternic, poligradient, încercată pentru prima dată pentru rezolvarea unor astfel de probleme de separare, conchide asupra influenței rezultatelor de conținuturile de oxizi de fier și de titan din minereu, al căror nivel determină calitatea produsului obținut.

Flotația cu amine cu lanț lung de atomi de carbon C_{12}—C_{11}, în mediu de acid fluorhidric pentru obținerea concentratului de feldspați și în mediu de acid sulfuric, respectiv de sodă, pentru realizarea selectivă a concentratului de mică, se remarcă prin aceea că se poate obține concomitent din proces și un concentrat de cuarț, foarte bogat. Acest proces prezentat pentru prima dată în cadrul cercetărilor la noi în țară, are menirea să elucideze, cu mijloacele tehnice actuale, aspectele generale ale selectivității preparării pegmatitelor feldspatice, pentru cazul particular al celor de la Muntele Rece.

Calculul eficienței economice a noului proces propus și schema tehnologică cu care se încheie lucrarea dovedesc preocuparea cercetătorului de a epuiza, sub toate aspectele, problema preparării și selectivității minereului de pegmatit feldpsatic adoptat prin temă, ajungînd la concluzii cu valoare industrială certă.

Analizată sub aceste aspecte sumare, lucrarea inginerului *Bogdan Aurel* vine să umple un gol resimțit în literatura de preparare a minereurilor nemetalifere, deschizînd în același timp un larg cîmp de cercetare pentru perfecționarea proceselor de preparare a unor astfel de minereuri.

Ing. **A. Brâneuș**
C.M.M.N. Baia Mare

Revista MINE, PETROL și GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei din Republica Socialistă România. Redacția revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol și geologie, str. Biserica Amzei nr. 23, sect. 1, telefon 59.29.75. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector 1 al Institutului de Geologie și Geofizică, str. Caransebeș nr. 1 sectorul 1. Tariful pentru întreprinderi 160 lei anual ; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : 50 lei anual ; costul unui exemplar : 5 lei
Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația“ str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 1171
***Taxele poștale achitate conform aprobării D.G.P.Tc.* nr. 137/224/1981.**

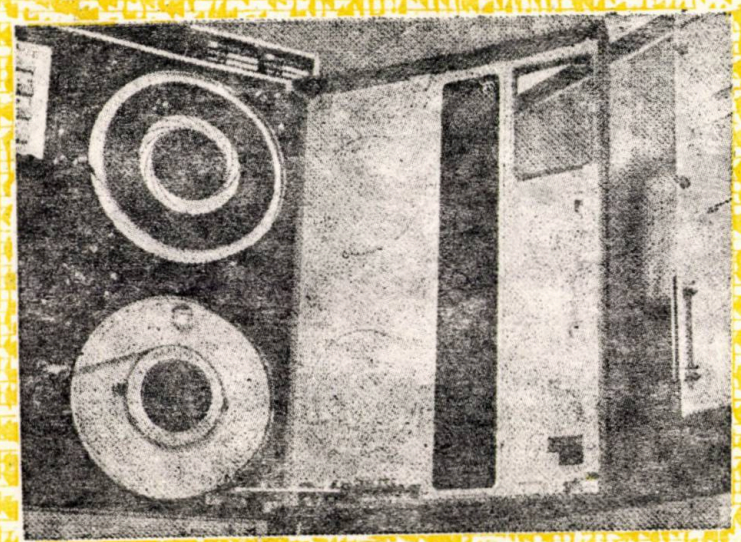
43103

c. 1171 — I.P. „Informația“

INTREPRINDEREA DE PROSPECTIUNI GEOLOGICE SI GEOFIZICE PENTRU HIDROCARBURI BUCURESTI

Adresa: BUCUREŞTI, str. Coralilor nr. 20, Sectorul 1, cod 78449, telefon 67.40.95, telex 11717.

DOTATĂ CU ECHIPAMENTE MODERNE DE ÎNREGISTRARE ŞI PRELUCRARE, CU PERSONAL SPECIALIZAT, EXECUTĂ ÎN ŢARĂ ŞI STRĂINĂTATE :



PROSPECŢIUNI SEISMICE (pe uscat şi marine):

- Lucrări în diferite tipuri de zone folosind surse convenţionale, VIBROSEIS, GEOFLEX;
- Inregistrări 2D şi 3D;
- Prelucrare în virgulă mobilă;
- Modelare prin teoria razelor şi undelor;
- Studii geologice şi geofizice complexe.

PROSPECŢIUNI GRAVIMETRICE de mare detaliu şi înaltă precizie

CARTĂRI GEOLOGICE LA SUPRAFAŢĂ

FORAJ STRUCTURAL DE MICĂ ADÎNCIME (1 200 m)

RIDICĂRI TOPOGRAFICE:

- măsurători moderne pentru operaţii geofizice şi de foraj.

Pentru informaţii, vă rugăm să vă adresaţi la:

INTREPRINDEREA DE COOPERARE ECONOMICĂ CU STRĂINĂTATEA PENTRU PETROL ŞI GAZE

ROMPETROL

7 000 - BUCUREŞTI - ROMANIA, telefon 59 71 90,
Telex: 10 155
Calea Victoriei nr. 109, cod 70 176

INSTITUTUL DE MINE PETROŞANI

1981 IUN 5

PREGĂTESTE
INGINERI ŞI SUBINGINERI
PENTRU INDUSTRIA MINIERĂ
PRIN URMĂTOARELE
FACULTĂŢI ŞI SECŢII:

facultatea de mine

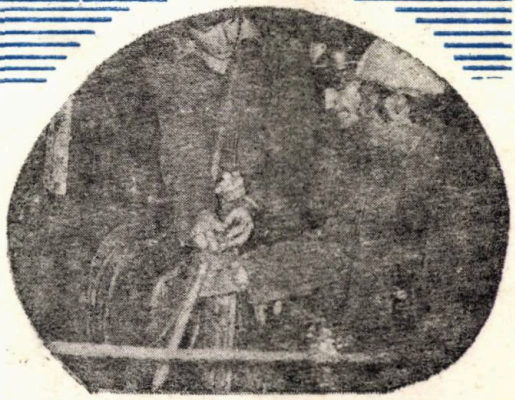
1. SECŢIA DE INGINERI, cursuri de zi, cu următoarele secţii de specializare:
   - exploatări miniere;
   - topografie minieră;
   - prepararea substanţelor minerale utile.
2. SECŢIA DE SUBINGINERI, cursuri de zi, cu următoarele secţii:
   - exploatări miniere;
   - topografie minieră.
3. SECŢIA DE SUBINGINERI, cursuri serale, cu specialitatea:
   - exploatări miniere.

facultatea de maşini şi instalaţii miniere

1. SECŢIA DE INGINERI, cursuri de zi, cu grupele de specializare:
   - exploatarea, întreţinerea şi repararea maşinilor miniere;
   - construcţii de maşini miniere;
   - electrificări şi automatizări în industria minieră.
2. SECŢIA DE SUBINGINERI, cursuri de zi şi serale, cu specializarea:
   - electromecanică tehnologică.

CONDIŢIILE PRIVIND ADMITEREA SÎNT CELE PREVĂZUTE ÎN BROŞURA „ADMITEREA ÎN ÎNVĂŢĂMÎNTUL SUPERIOR."

In Institutul de Mine Petroşani funcţionează şi un atelier de cercetare-proiectare-micro-producţie, care execută, pentru industria minieră, lucrări de cercetare ştiinţifică şi proiectare tehnologică, lucrări de strungărie, lăcătuşerie şi sudură.



E 1445

MINE PETROL GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUCUREŞTI - ROMÂNIA • Vol. 32, mai 1981

5

INSTITUTUL DE MINE PETROȘANI

PREGĂTEȘTE INGINERI ȘI SUBINGINERI PENTRU INDUSTRIA MINIERĂ PRIN URMĂTOARELE FACULTĂȚI ȘI SECȚII:

facultatea de mine

1. SECȚIA DE INGINERI, cursuri de zi, cu următoarele secții de specializare:
   - exploatări miniere;
   - topografie minieră;
   - prepararea substanțelor minerale utile.
2. SECȚIA DE SUBINGINERI, cursuri de zi, cu următoarele secții:
   - exploatări miniere;
   - topografie minieră.
3. SECȚIA DE SUBINGINERI, cursuri serale, cu specialitatea:
   - exploatări miniere.

facultatea de mașini și instalații miniere

1. SECȚIA DE INGINERI, cursuri de zi, cu grupele de specializare:
   - exploatarea, întreținerea și repararea mașinilor miniere;
   - construcții de mașini miniere;
   - electrificări și automatizări în industria minieră.
2. SECȚIA DE SUBINGINERI, cursuri de zi și serale, cu specializarea:
   - electromecanică tehnologică.

CONDIȚIILE PRIVIND ADMITEREA SÎNT CELE PREVĂZUTE ÎN BROȘURA „ADMITEREA ÎN ÎNVĂȚĂMÎNTUL SUPERIOR!"

IN INSTITUTUL DE MINE PETROȘANI FUNCȚIONEAZĂ ȘI UN ATELIER DE CERCETARE-PROIECTARE-MICROPRODUCȚIE, CARE EXECUTĂ, PENTRU INDUSTRIA MINIERĂ, LUCRĂRI DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ, LUCRĂRI DE STRUNGĂRIE LĂCĂTUȘERIE ȘI SUDURĂ.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Nr. 5 1981

CUPRINS

Gâf-Deac, I. **Tehnica mutării complexelor mecanizate de abataj în felii sau panouri noi pentru exploatare** 217

Vîlculescu, I. **Considerații privind teoria frontului de lucru cu suprafață total, simultan și continuu activă cu aplicații la construcția de utilaj minier** 224

Mănăstireanu, M., Micaп, N. și Flora, C. **Instalație hidraulică de despicat blocuri supragabaritice** 227

Dobrescu, L., Vișan Sanda, Iordăchescu, Gr., Socolescu Anca și Băloiu, L. M. **Valorificarea metalelor neferoase rămase după flotația zgurilor Outokumpu răcite lent** 230

Farkaș, Gy., Katona, N. și Smaranda, S. **Sinteza unor colectori aminici de flotație și utilizarea lor la flotația pegmatitului feldspatic de la Muntele Rece** 235

Szanto, C. **Miner elastic — mijloc eficient de reducere a parametrilor vibrațiilor provocate de ciocanul perforator în minerit** 241

Beizadea, Gh. **Protecția catodică la rezervoare pentru apă sărată de zăcămînt** . . . 244

Pârcălăbescu, I. D. **Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meoțianul structurii Oprișenești** 246

Recenzii

COLEGIUL DE REDACȚIE

Ing. VASILE SCRIPĂȚ, *președinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ȘTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONȚOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Tehnica mutării complexelor mecanizate de abataj în felii sau panouri noi pentru abataje*

În lucrare sînt redate mai multe procedee de mutare și este descris procedeul adoptat pentru condițiile geologo-miniere de la mina Lupeni, bazat pe principiul dezechipării cu secție evacuată integral sub un tavan de rezistență, consolidat cu șine de cale ferată îngustă, cu preabataj de retragere.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.332 : 622.232 : 621.92

Vîlculescu, I. *Considerații privind teoria frontului de lucru cu suprafață total, simultan și continuu activă, cu aplicații, la construcția de utilaj minier.*

Autorul prezintă o nouă teorie — cea a frontului de lucru cu suprafață total, simultan și continuu activă — și cîteva aplicații ale acesteia în construcția de utilaj minier pentru lignit: complexe mecanizate de abataj, concasoare și grătare cu bare rotative.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.234 : 669.218

Mănăstireanu, M., Micaп, N. și Flora, C. *Instalație hidraulică de despicat blocuri supragabaritice*

Autorii prezintă o instalație hidraulică pentru acționarea a doi cilindri cu pană pentru despicarea de blocuri supragabaritice (sistem Darda).

Se descrie modul de lucru al acestei instalații realizată la Institutul de cercetări și proiectări pentru minereuri și metalurgie neferoasă și modul de folosire.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 669.218 : 669.3:669.5

Dobrescu, L., Vișan Sanda, Iordăchescu, Gr., Socolescu Anca și Băloiu, L. M. *Valorificarea metalelor neferoase rămase după flotația zgurilor Outokumpu răcite lent*

Se prezintă un procedeu de valorificare a cuprului și zincului din zguri prin solubilizarea cu acid clorhidric și precipitarea selectivă a metalelor neferoase din soluție. De asemenea, autorii analizează condițiile de obținere a randamentelor de extracție mixte, scăderea consumului de reactivi și indică schema de flux.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.361.3

Farkaș, Gy., Katona, N. și Smaranda, S. *Sinteza unor colectori aminici de flotație și utilizarea lor la flotația pegmatitului feldspatic de la Muntele Rece*

Autorii analizează problema alegerii și a sintezei reactivilor colectori pe bază de amine grase pentru flotația pegmatitului feldspatic. Reactivii sintetizați au fost testați în procesul de flotație prin două metode: studierea flotabilității componenților minerali din pegmatitul feldspatic într-o instalație de microflotație fără spumă și flotația clasică cu mașina de flotație cu subaerație.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.233.05 : 628.517

Szanto, C. *Miner elastic — mijloc eficient de reducere a parametrilor vibrațiilor provocate de ciocanul perforator în minerit*

Se face o analiză comparativă a parametrilor unui ciocan perforator tip P—90, echipat consecutiv cu mîner metalic standard și cu un mîner elastic din moldotan. Rezultatele măsurărilor arată o scădere a parametrilor vibrațiilor în cazul folosirii mînerului elastic de circa 10 ori față de valorile măsurate pe mînerul metalic.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 620.197 :622.848

Beizadea, Gh. *Protecția catodică la rezervoare pentru apă sărată de zăcămînt*

Lucrarea se referă la protecția catodică cu anozi galvanici din zinc a suprafeței interioare a unui rezervor de depozitare a apei sărate de zăcămînt.

Pe baza curentului de coroziune determinat din curbele de polarizare s-a calculat cantitatea de zinc necesară protecției pentru o perioadă de 1,5—2 ani.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 550.4 : 551.24

Pârcălăbescu, I. D. *Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meoțianul structurii Oprișenești*

Prin intermediul analizelor roentgeno-structurale și chimico-spectrale se pune în evidență compoziția chimico-mineralogică a mediului solid analizat.

Folosind indicatorii geochimici, grupați în diagrame tridimensionale, după legitățile substituirii ionilor în rețelele cristaline, se fac considerații asupra condițiilor de formare a mediului solid analizat și asupra unor probleme din procesul de exploatare.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

Recenzii

CONTENTS

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Shifting process of the mining aggregate at Lupeni colliery*

In the article several shifting methods are presented. Taking into account the geological and mining conditions from Lupeni colliery a method is described used in this mine for shifting the mining aggregate with full desequipped section under supported roof with steel rail

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.332 : 622.232 : 621.92

Vâlculescu, I. *Considerations on the theory of working face with full, simultaneous and continuos active surface with application into mining equipment domain*

The author presents a new theory with application for the manufacturing of the lignite mining equipment: mining aggregate, breakers and rotating grizzles.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.234 : 669.218

Mănăstireanu, M., Mican, N. and Flora, C. *Hydraulic installation for splitting oversize rock blocks*

The authors present a hydraulic installation with two cylinders and wedge for splitting oversize rock blocks (system Darda). The operating manner and the use indications of an installation achieved at the Institute for Research and Design for Non-Ferrous Ores and Metallurgy from Baia Mare are given.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 669.218 : 669.3 : 669.5

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr., Socolescu Ana and Băloiu, L. M. *Valorization of non-ferrous metals from slow cooled Outokumpu slag*

A method for winning copper and zinc from slags by solubilizing with chlorhydric acid and selective precipitation of non-ferrous metals in solution is presented. Also the authors analyse the compound recovery factor and the cu tback of reagent need. A flowsheet of the process is given.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 620.197 :622.848

Beizadea, Gh. *Cathodic protection of salt water tanks*

The paper is dealing with zinc cathodic protection of the inner side of a tank for salt water storage from oil deposits. Using the corrosion currents obtained from the polarisation curves, the necessary amount of zinc for two years protection period is determined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.361.3

Farkas, Gy., Katona, N. and Smaranda, S. *Synthesis of some amine flotation collectors and their use at the feldspar-pegmatit flotation from Muntele Rece*

The authors analyse the problem of choice and synthesis of collector reagents based on fat amines for feldspar-pegmatit flotation. The synthetised reagents have been tested in the flotation process by two methods: study of the flotability of the mineral components from the feldspar-pegmatit into a microflotation installation without froth, and classical flotation with sub-aeration flotation machine.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.233.05 : 628.517

Szanto, C. *Elastic grip — efficient means to reduce the vibrations of drill hammer*

A comparative analysis of the drill hammer type P—90 specifications equipped successively with a standard steel grip and an elastic moldotan one is made. The measurement results show a reduction of the vibration level by 10 times in the case of the elastic grip as compared with the standard steel one.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 550.4 : 551.24

Pârcălăbescu, I. D. *Physical, chemical and geochemical considerations on the solid medium of the Meotian Age from the Oprişcueşti structure*

With the help of Xray-structural and chemical-spectral analysis the chemical-mineralogical content of the solid medium is put in evidence. Also, based on the geochemical indicators, groupped in tridimensional diagrams in concordance with the substitution laws of ions into the cristal nets, considerations are made on the formation conditions of the analysed solid medium and on some problems regarding the exploitation process.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

Book reviews

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Гыф-Деак, И. *Техника переноса механизированных очистных комплексов в новых блоках или слоях*

В работе описаны несколько способов переноса, а также способ, принятый в горно-геологических условиях шахты Лупень, основанный на принципе демонтажа с выносом секций в сборном виде под кровлей упрочненной рельсами.

Ключевые слова: перенос, механизированные комплексы, без демонтажа. Лупень

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.332 : 622.232 : 621.92

Вылкулеску, И. *Соображения, касающиеся теории рабочего забоя с поверхностью общей одновременной и непрерывной активности, применительно к горному машиностроению*

Автор представляет новую теорию рабочего забоя с поверхностью общей, одновременной и непрерывной активности и некоторые примеры применения для горношахтного оборудования, используемых для разработки лигнитных месторождений: очистные механизированные комплексы, дробилки, грохоты с вращающимися стержнями.

Ключевые слова: теория, поверхность, общая одновременная, непрерывная, активность, лигнит, горношахтное оборудование

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.234 : 669.218

Мэнэстиреану, М., Микан, Н. и Флора, К. *Гидравлическая установка для разрушения внегабаритных кусков*

Авторы представляют гидравлическую установку привода двух цилиндров с клином для рубки внегабаритных кусков (система Дарда). Описывается принцип работы этой установки, созданной Научно-исследовательским и проектным институтом руд цветных металлов и цветной металлургии Бая Маре и способ применения.

Ключевые слова: гидравлическая установка, разрушение, внегабарит

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 669.218 : 669.3 : 669.5

Добреску, Л., Вишан Санда, Иордэкеску, Гр., Соколеску Анка и Бэдою Л. М. *Извлечение цветных металлов из отходов, получаемых в результате флотации медленноохлаждаемых шлаков Оутокумпу*

Представлен способ извлечения меди и цинка из шлаков путем растворения хлорной кислоты и селективного осаждения цветных металлов из растворов. Авторы также рассматривают условия получения повышенных извлечений, уменьшения расхода реагентов, указывая схему потока.

Ключевые слова: цветные металлы, флотация, шлаки, медленноохлаждаемые, извлечение, реагенты, расход.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.361.3

Фаркаш, Г., Катона, Н. и Смаранда, С. *Синтез некоторых амминовых собирателей и их использование при флотации полевого-шпатового пегматита Мунтеле Рече*

Авторы рассмотривают вопрос подбора и синтеса коллекторных реагентов на основе жирных амминов при флотации полевого-шпатового пегматита. Синтетизированные реагенты были испытаны в процессе флотации двумя способами: изучение флотируемости минеральных веществ из полевого-шпатового пегматита в установке безпенной микрофлотации и классической флотации в флотомашине с подаэрацией.

Ключевые слова: синтез, амминовые собиратели, пегматит, полевой шпат, флотируемость, микрофлотация, классическая флотация, подаэрация.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.233.05 : 628.517

Санто, К. *Гибкая ручка-эффективное средство снижения параметров вибраций шахтных перфораторов*

Приводится сравнительный анализ параметров перфоратора типа П—90, оснащенный в начале стандартной металлической ручкой а потом гибкой ручкой из молдотана. Результаты измерений показывает уменьшение величин параметров вибраций в случае применения гибкой ручки в 10 раз по сравнению с величинами, измеряемыми при использовании металлической ручки.

Ключевые слова: перфоратор, металлическая, гибкая, ручка, молдотан, вибрация

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 620.197 : 622.848

Беизадеа, Г. *Катодная защита резервуаров для соленой воды из залежей*

В работе описывается катодная защита гальваническими цинковыми анодами внутренней поверхности резервуара для хранения соленой воды из залежей. На основе потока коррозии, определенной с помощью кривых поляризации расчитано количество цинка, необходимого для защиты на период 1,5—2 года.

Ключевые слова: катодная защита, резервуар, соленая залежная вода, гальванические аноды.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 550.4 : 551.24

Пыркэлэбеску, И. Д. *Физико-химические и геохимические соображения о твердой среде меотиса структуры Опришенешть*

С помощью рентгено-структурных и химико-спектральных анализов определяется химико-минералогический состав исследуемой твердой среды.

Применив геохимические показатели, группированные в трехразмерной диаграмме, по законам вытеснения ионов в кристаллических решетках, представлены соображения об условиях образования твердой среды и о вопросах процесса эксплуатации.

Ключевые слова: минералогический состав, структура, твердая среда, Меотис, Опришенешть.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

Рецензии

SOMMAIRE

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Opération de ripage des complexes d'abbatage à l'houillère de Lupeni*

Après la présentation de quelques méthodes de ripage, l'auteur décrit une méthode adoptée aux conditions géologiques et minières rencontrées dans l'houillère de Lupeni. Le déséquipement se fait avec la séction complètement vidée sous un toit soutenu avec rail léger.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.332 : 622.232 : 621.92

Vîlculescu, I. *Considérations sur la théorie du taille avec surface active totale, simultannée et continuelle avec applications à la construction des outillages miniers*

L'auteur présente une nouvelle théorie qui apporte des avantages à la construction des outillages pour l'exploitation du lignite: complexes d'abbatage, concasseurs et grilles à barreaux rotatifs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.234 : 669.216

Mănăstireanu, M., Mican, N. et Flora, C. *Installation hydraulique pour le fendage des gros blocs*

Les auteurs présentent une installation hydraulique avec deux cylindres à coin pour le fendage des gros blocs (système Darda). On décrit le fonctionnement et le mode de travail avec l'installation réalisée à l'Institut de recherches et projets pour les minerais et métallurgie non-férreuse de Baia Mare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 669.218 : 669.3 :669.5

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr., Socolescu Anca et Băloiu, L. M. *La valorisation des métaux non-ferreux obtenus par la flottation des laitiers Outokumpu lentement refroidis*

On présente un procédé de valorisation du cuivre et du zinc des laitiers par la solubilité en acide chlorhydrique et précipitation sélective des métaux non-ferreux en solution. En même temps, les auteurs analysent les conditions dans les quelles sont obtenus les rendements d'extraction mixtes, la réduction de la consommation des réactifs et indiquent le flowsheet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.361.3

Farkas, Gy., Katona, N. et Smaranda, S. *La synthèse de quelques collecteurs aminiques de flottation et leurs utilisation à la flottation du pegmatite feldspatique de Muntele Rece*

Les auteurs analysent le problème de choisir et synthétiser les réactifs collecteurs basés sur les amines grasses pour la flottation du pegmatite feldspathique. Les réactifs synthétisés ont été testés dans le processus de flottation par deux méthodes: l'étude de la flottabilité des composants minéraux du pegmatite feldspatique dans une installation de microflottation sans écome et flottation classique avec une machine de flottation avec sous-aération.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.233.05 : 628.517

Szanto, C. *Poignée élastique — moyen efficient de réduction des vibrations du marteau-perforateur*

On fait une analyse comparative des caractéristiques d'un marteau-perforateur type P—90 équipé consécutivement par un poignée métallique standard et avec une poignée élastique de moldotan. Les résultats des mesurements montrent des valeurs des vibrations dix fois moindres en comparaison avec la poignée métallique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 620.197 :622.848

Beizadea, Gh. *Protection cathodique des réservoirs à l'eau salée*

L'article se réfère à la protection cathodique avec des anodes galvaniques de zinc de la surface intérieure d'un réservoir pour dépositer l'eau salée de gisement. Basé sur le courant de corrosion déterminé par les courbes de polarisation a été calculée la quantité de zinc necessaire pour la protection sur une période de 1,5—2 ans.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 550.4 : 551.24

Pârcălăbescu, I. D. *Considérations physiques, chimiques et géochimiques sur le milieu solide du méotien de la structure Oprişeneşti*

À l'aide des analyses roentgen-structurales et chimique-spéctrales on met en évidence la composition chimique-miné-

ralogique du milieu solide analysé. En même temps, avec les indicateurs géochimiques, groupés en diagrammes tridimensionelles, conformément aux lois de la substitution des iones dans les réseaux cristallins, on formule des hypothèses sur la formation du milieu solide analysé et sur quelques problèmes du processus d'exploitation.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

Comptes rendus

INHALT

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf - Deac, I. *Rückvorgang der vollmechanisierte Strebausrüstung nach Lupeni Steinkohlengrube*

Nach der Darstellung mehrerer Rückvorgangsverfahren, der Verfasser stellt eine Verfahren unter geologische und bergmännische Verhältnisse der Lupeni Steinkohlengruben vor. Die Abrüstung ist mit vollevakuierte Sektion unter einem unterstützte Hangende mit Schienen ausgeführt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.332 : 622.232 : 621.92

Vîlculescu, I. *Betrachtungen über die Theorie des Abbaustosses mit völlig, simultan und ständig aktive Fläche mit Anwendungen für bergmännische Anlagen*

Der Verfasser stellt eine neue Theorie und einige Anwendungen hinsichtlich die Konstruktion der bergmännischen Anlagen für die Lignitgewinnung dar: vollmechanisierte Strebausrüstung, Brecher und Stabrost.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.234 : 669.218

Mănăstireanu, M., Mican, N. und Flora, C. *Hydraulische Anlage für die Spaltung der nichtladegerechte Stücke*

Die Verfassern stellen eine hydraulische Anlage mit zwei Zylinder und Feder für die Spaltung der nichtladegerechte Stücke (System Darda) dar. Die Anlage war im Institut für Forschung und Entwurf für NE—Erz und Hüttenkunde Baia Mare ausgeführt. Die Betriebsverhältnisse und die Benutzungsanweisungen sind gegeben.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 669.218 : 669.3 : 669.5

Dobrescu, L., Vișan Sanda, Iordăchescu, Gh., Socolescu Anca und Băloiu, L. M. *Die Verwertung der NE—Metalle aus langsam gekühlte Outokumpu Schlacke*

Es wird eine Verwertungsverfahren des Kupfers und Zinns aus Schlacke bei Lössigkeit mit Salzsäure und selektive Niederschlagen der NE — Metalle aus Lösung dargestellt. Also, die Verfassern die Vorratsnutzungskoeffizient und die Beschränkung des Reagenzverbrauchs analysieren. Eine Flowsheet des Prozesses ist gegeben.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.361.3

Farkas, Gy., Katona, N. und Smaranda, S. *Die Synthese einiger Flotation Amin-Sammler und ihren Gebrauch nach der Flotation des Feldspath-Pegmatits*

Die Verfassern analysieren das Problem der Auswahlung und die Synthese der Sammler-Reagenzen auf Grund der faten Amine für die Flotation des Feldspath-Pegmatits. Die synthetisierte Reagenzen waren durch zwei Verfahren in der Flotation-Prozess geprüft: die Flotation der Mineral-Komponenten aus Feldspath-Pegmatit in eine Microflotationsanlage ohne Schaum und klassische Flotation mit Unterluftflotationsmaschine.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 622.233.05 : 628.517

Szanto, C. *Elastische Griffe — wirksame Mittel für die Verringerung der Vibrationen in der Bohrhammer*

Es wird eine Analyse über die Charakteristiken einer Bohrhammer Type P—90 ausgerüstet mit eine standard Stahlgriffe in Vergleich mit eine elastische Moldotan-Griffe. Die Messungsergebnissen schauen eine Verringerung von 10 Mahl der Vibrationen durch den Verbrauch der Moldotan-Griffe.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 620.197 : 622.848

Beizadea, Gh. *Kathodische Schutz gegen Korrosion der Behälter für Salzwasser von Lagerstätte*

Der Artikel handelt über den kathodischen Schutz mit galvanische Zinnanoden der innere Fläche eines Behälters für die Ablagerung des Salzwassers von Erdöllagerstätten. Aufgrund dem Korrosionstrom festgesetzt von den Polarisationskurven die Zinnmenge notwendig für den Schutz für eine Periode von 1,5—2,0 Jahre war gerechtet.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

C.Z. 550.4 : 551.24

Pârcălăbescu, I. D. *Physikalische, chemische und geochemische Betrachtungen über den solide Mittel von den Meotien der Oprișcuești Struktur*

Mittels der roentgenstrahlen-strukturele und chemisch-spektrale Analysen, den chemisch-mineralogische Inhalt der soliden Medium klär ist dargestellt. Mit Hilfe der geochemischen Indikatoren, in dreidimensionäle Diagramme klassiert nach der Sätze der Ionensubstitution in Kristal-Netzen, betrachtungen über die Bildungsverhältnisse der analysierten solide Medium und über einiger Probleme aus dem Betriebsprozesses sind vorgelegt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 5, 1981

Rezensionen

Revista MINE, PETROL și GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei din Republica Socialistă România. Redacția revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol și geologie, str. Biserica Amzei nr. 23, sect. 1, telefon 59.29.75. Institutiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector 1 al Institutului de Geologie și Geofizică, str. Caransebeș nr. 1 sectorul 1. Tarifu pentru întreprinderi 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : 50 lei anual; costul unui exemplar : 5 lei

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 1225

***Taxele poștale achitate conform aprobării D.G.P.Tc.* nr. 137/224/1981.**

43103

c. 1225 — I.P. „Informația"

Tehnica mutării complexelor mecanizate de abataj în felii sau panouri noi pentru exploatare

Ing. **I. Gâf-Deac**
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Generalități

La terminarea exploatării unui panou cu complex mecanizat de abataj, se impune dezechiparea și evacuarea echipamentului de susținere, tăiere și transport pentru:

— revizia și reparația echipamentului;
— reintroducerea sa în exploatare într-un nou panou;
— prelungirea duratei de funcționare prin utilizarea în mai multe cicluri a echipamentului;
— amortizarea și lucrul cu beneficiu în noi abataje cu același echipament;
— recuperarea și reutilizarea unor piese și subansambluri ale complexului;
— închiderea zonei de șcarpă pentru evitarea autoaprinderii stratului, în limitele de exploatare, și altele.

Refolosirea echipamentului în panouri noi pregătite pentru exploatare se face, în general, după schema din figura 1.

Mutarea echipamentului abatajelor este o problemă ce trebuie rezolvată prin procedee noi, ceea ce înseamnă sarcini deosebite pentru tehni-

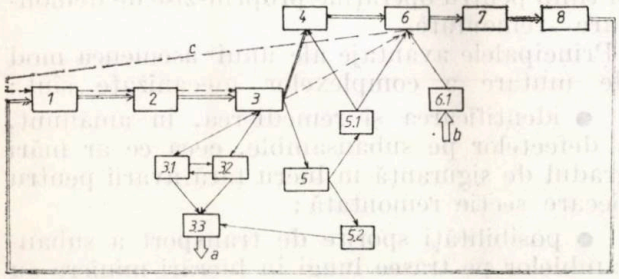


Fig. 1. Schema refolosirii echipamentului din complexele mecanizate de abataj în panouri de exploatare noi:

1 — echipament în abataj pe linia limită de exploatare; *2* — dezechipare și evacuare; *3* — revizii și reparații; *3.1* — revizii și reparații în ateliere în subteran; *3.2* — revizii și reparații în ateliere la suprafață; *3.3* — echipament necorespunzător; *a* — reutilizări în alte scopuri sau casare; *4* — echipament corespunzător; *5* — echipament parțial corespunzător; *5.1* — subansamble și piese reutilizabile; *5.2* — subansamble și piese nerecuperabile; *6* — echiparea noului abataj; *6.1* — echipament suplimentar nou; *b* — livrări de la uzina constructoare; *7* — activități de exploatare; *8* — revizii și reparații curente în timpul funcționării; *c* — ciclu simplificat de utilizare a complexelor mecanizate de abataj.

că minieră în viitor. Sînt în lucru noi procedee pentru transportul și introducerea scuturilor, pentru răpirea echipamentelor din abataje, în concordanță cu preocuparea pentru ușurarea lucrărilor de montare-demontare a utilajelor.

Pentru mutarea abatajelor există următoarele modalități:

— dezasamblarea fiecărei secții de susținere mecanizată în subansamble sau piese componente cu recuperarea și transportul lor separat în atelierele de revizii-reparații sau direct în noul abataj;

— evacuarea integrală a fiecărei secții de susținere mecanizată, fără dezasamblarea pieselor sale principale; transportul se face la atelierul de revizii-reparații din subteran ori suprafață, sau în abatajul ce urmează a fi mecanizat;

— trecerea complexului într-un alt abataj, fără dezechipare, cu continuarea avansării pe direcție a frontului, pe principiul rotirii complexelor mecanizate în plan orizontal în panouri de exploatare alăturate (sau adiacente); este metoda cea mai avantajoasă, în condiții geologico-miniere adecvate, termenul de „mutare" nefiind afectat de discontinuitate în timp.

II. Reparații curente și capitale ale complexelor

În exploatarea complexelor mecanizate de abataj se disting următoarele etape funcționale:

— introducerea și montarea în subteran;
— exploatarea propriu-zisă;
— reparații curente;
— reparații capitale cu evacuarea sau neevacuarea secțiilor din subteran;
— evacuarea definitivă din subteran.

Un rol important îl au reparațiile curente și capitale, avînd în vedere reducerea ori eliminarea cheltuielilor suplimentare pentru montări-demontări, prelungirea duratei de funcționare a complexelor.

Reparațiile efectuate după un grafic preventiv, sau ca intervenții în remedierea unor avarii, necesită calcule prealabile care să stabilească optimul ca funcție de timp, eficiență, forță de muncă.

Reparațiile curente contribuie la sporirea vitezelor de avansare pe abataj și la mărirea valorii totale de avansare cu complexul mecanizat în exploatare.

Deseori este necesar ca unui tip de susținere mecanizată aflată în reparații să i se aducă îmbunătățiri pentru a ține pasul cu noile tipuri de complexe construite între timp.

În general, unui complex mecanizat eficient i se fac, pe parcursul a 10 ani de funcționare, în medie 2,5 reparații capitale.

Un proiect eficient de reparații capitale este pentru 100—130 secții.

Solicitările ciclice la păşire a secţiilor sînt proporţionale cu pasul de ripare al acestora, dat în principal de lăţimea de tăiere a tamburilor combinelor de abataj (lăţimea făgaşului) sau a plugurilor de cărbune.

Cele mai obişnuite valori ale pasului de ripare a secţiilor sînt de 0,5 ; 0,6 ; 0,8 m.

Pentru păşiri de 0,8 m şi mai mari, apar solicitări numeroase pe acelaşi ciclu, date de probabilitatea ridicată a unor avarii în păşire pe asemenea dezveliri mari ale tavanului.

Practica demonstrează că pentru 2 000 m avansare cu un complex mexcanizat, la un pas de 0,5 m avansare, sînt necesare peste 4 500 păşiri.

În schimb, pentru aceeaşi avansare, cu un pas de 0,8 m sînt necesare corecturi cu coeficienţi cuprinşi între 1,3 şi 2,6 pentru numărul de păşiri. Pasul optim de păşire a secţiilor se apreciază a fi de 0,6 m.

În figura 2 este redată dependenţa numărului de păşiri a secţiilor notat cu n, de avansare pe direcţie m, în metri, pentru stabilirea momen-

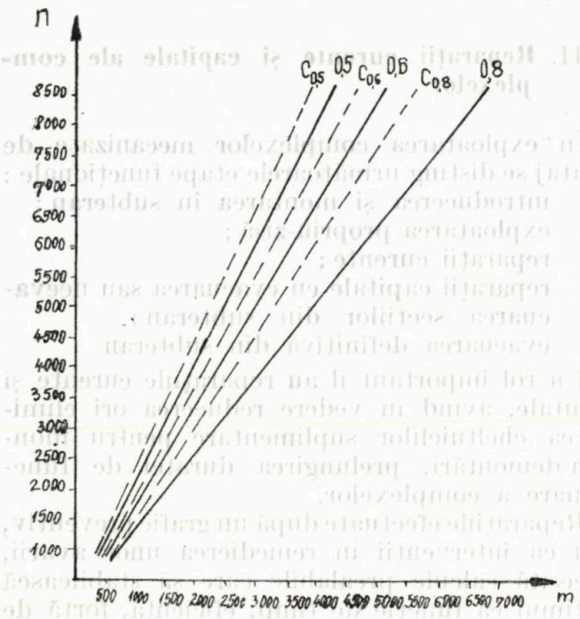


Fig. 2. Dependenţa păşirii secţiilor n de avansare pe direcţie m pentru stabilirea reviziei şi reparaţiei capitale a unui complex după acest criteriu:

0,5; 0,6; 0,8 — grafic teoretic al dependenţei; $C_{0,5}$; $C_{0,6}$; $C_{0,8}$ — grafic practic al dependenţei

tului aplicării reparaţiei capitale a susţinerii mecanizate, funcţie de valoarea acestora. Pentru avansări ale secţiei de 0,5; 0,6 şi 0,8 m s-au aplicat coeficienţii de corecţie $C_{0.5}$ şi $C_{0.6}$ respectiv $C_{0.8}$.

Totodată, calculul susţinerii este recomandabil să se facă pentru avansări totale de peste 10 000 m, cu acelaşi echipament.

III. Scurtă analiză a procedeelor de mutare a complexelor mecanizate în panouri de exploatare sau felii noi

1. *Mutarea cu dezasamblare în abataj*

Experienţa de la unele mine, printre care şi cea a minei Lupeni, în stratul 3, blocul IV, a demonstrat că dezasamblarea fiecărei secţii de susţinere mecanizată, în piesele sale componente, nu satisface funcţia criteriu de cost şi timp minim consumat în anumite condiţii datorită următoarelor aspecte tehnologice şi constructive :

— deoarece toate piesele componente ale unei secţii de tip susţinător-îngrăditor se sprijină şi se cuplează prin bolţuri de diferite dimensiuni, la care se adaugă şi presiunea minieră exercitată pe secţii, decuplarea subansamblelor este anevoioasă ;

— în cazuri frecvente, la o anumită fază de decuplare a elementelor, nu se mai stăpîneşte presiunea minieră pe secţia descompletată şi se produc avarii (surpări) în abatajul aflat pe linia de dezechipare ;

— sînt necesare platforme şi vase de transport a pieselor dezasamblate, de o mare varietate constructivă ;

— există posibilitatea pierderii în spaţiul exploatat a unor subansamble decuplate ;

— se impune strict construirea unei camere subterane de remontare dotată cu instalaţii şi accesorii numeroase ;

— se înregistrează mari consumuri de muncă şi timp pentru operaţiile propriu-zise de demontare—remontare.

Principalele avantaje ale unui asemenea mod de mutare a complexelor mecanizate sînt :

● identificarea şi remedierea, în amănunt, a defectelor pe subansamble, ceea ce ar mări gradul de siguranţă în lucru fără avarii pentru fiecare secţie remontată ;

● posibilităţi sporite de transport a subansamblelor pe trasee lungi în lucrări miniere cu profile reduse sau afectate de presiune minieră ;

● asupra secţiilor se pot efectua modificări şi adaptări constructive, pentru condiţii geologice şi de exploatare diferite în panoul nou în care se mută complexul.

2. *Mutarea integrală a secţiilor*

Procesul de mutare integrală a secţiilor prezintă următoarele avantaje :

● în faza de dezechipare, scutul este un ansamblu care desolicită tavanul, dezvelindu-l o singură dată, ceea ce face ca preluarea presiunii miniere în golul fără secţie să fie mai sigură ;

● pentru dezasamblare la faţa locului, în poziţie incomodă, consumul de timp şi de muncă este eliminat. În camera de demontare-reparare, special amenajată, decuplarea subansamblelor

este mult ușurată de prezența, în puncte fixe și în spațiu asigurat corespunzător, a macaralelor de tras și ridicat, a dispozitivelor de împins;

● pentru evacuarea integrală a secțiilor se folosește un vas de transport unic, constituit dintr-o platformă metalică cu cap rabatabil pentru înscriere în curbe, tractată de un troliu electric;

● în camera subterană de reparare se pot efectua lucrări de sudură la subansamblele care necesită această operație.

Se apreciază că printr-un asemenea procedeu de mutare a abatajului în stratul 3 blocul IV la mina Lupeni, sub tavan artificial, consumîndu-se 20 de zile pentru dezechiparea propriu-zisă a abatajului, în comparație cu procedeul de evacuare în subansamble, se economisesc 45 de zile pentru recircuitarea complexului în lucru, obținîndu-se o producție suplimentară de peste 30 000 tone cărbune.

IV. Tehnica dezechipării unui abataj frontal complex mecanizat sub tavan artificial

a. *Succesiunea operațiilor de dezechipare*

1. Eșalonare în timp și spațiu

Pentru dezechipare se stabilesc mai multe categorii de lucrări cu specific minier și electromecanic, tratate sub aspectul organizării muncii, eșalonate în timp și spațiu.

1. Decizia de a întreprinde dezechiparea.

2. Pregătirea lucrărilor miniere aferente abatajului:

2.1 — verificarea secțiilor, descongestionarea și amenajarea secțiilor de circulație pe planul înclinat și galeria de legătură cu camera de demontare-reparare;

2.2 — montarea troliilor de 55 kW și a instalației electrice în nișa superioară a planului înclinat;

2.3 — montarea instalației de semnalizare pentru trolii;

2.4 — construcția și montarea barierelor planului;

2.5 — montarea căii ferate înguste pe plan și galeria de legătură pînă în camera de demontare-reparare;

2.6 — montarea rețelelor de aer comprimat, înaltă presiune și apă industrială pe planul înclinat;

2.7 — stabilirea modului de aeraj în abataj;

2.8 — amenajarea camerei de demontare-reparare.

3. Pregătirea abatajului:

3.1 — stabilirea tehnologiei de lucru, pe 12 m avansare, înainte de staționarea abatajului pentru dezechipare;

3.2 — curățirea și asigurarea abatajului față de presiuni; executarea spațiului de rotire a secțiilor (preabataj transversal pentru lărgirea secției inițiale);

3.3 — montarea troliului de 13 kW la intersecția abatajului cu preabatajul opus evacuării complexului, în vederea transportului subansamblelor de transportor;

3.4. — stabilirea mijloacelor de evacuare a subansamblelor de transportor și plug de cărbune (combină):

— montarea monoraiului în abataj;

— montarea monoraiului în preabatajul opus evacuării complexului pentru transportul de subansambluri mărunte.

4. Dezechiparea propriu-zisă a abatajului:

4.1 — demontarea și evacuarea transportorului din abataj, a combinei sau plugului;

4.2 — demontarea și evacuarea barelor de legătură a secțiilor de susținere;

4.3 — rotirea, pozarea pe platformă și evacuarea secției de susținere;

4.4 — operații miniere de abataj (tăiere, susținere, evacuare, corelate cu dezechiparea propriu-zisă).

5. Operații auxiliare finale.

Unele din operațiile de mai sus se pot desfășura în paralel (cînd sînt independente), altele condiționate succesiv (cînd sînt dependente între ele).

Pentru a evidenția succesiunea acestora s-a alcătuit un grafic prezentat în figura 3 în care este folosită numerotarea de mai sus

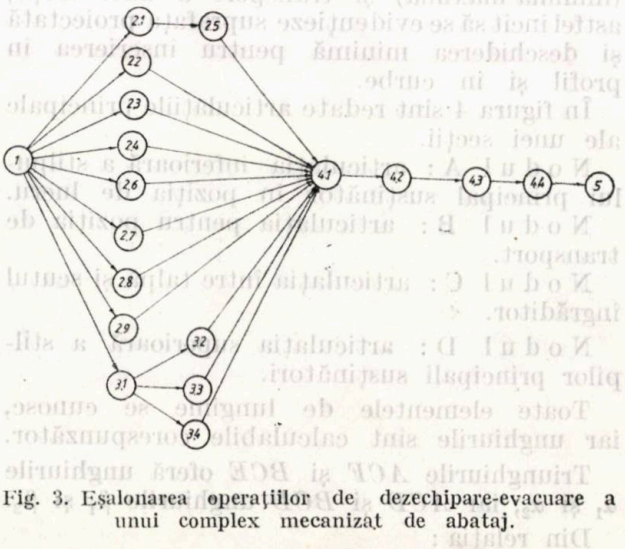


Fig. 3. Eșalonarea operațiilor de dezechipare-evacuare a unui complex mecanizat de abataj.

a operațiilor și care relevă obligativitatea finalizării unor operații înaintea altora. Se deduce că cele mai multe operații preced nodul de demontare și evacuare a transportorului din abataj, a combinei sau plugului, care de fapt constituie pornirea dezechipării propriu-zise a abatajului.

b. *Descrierea operațiilor de dezechipare*

1. Verificarea secțiunii lucrărilor miniere din traseul de transport

Pe toată lungimea planului înclinat și a galeriei este necesară o secțiune liberă de trans-

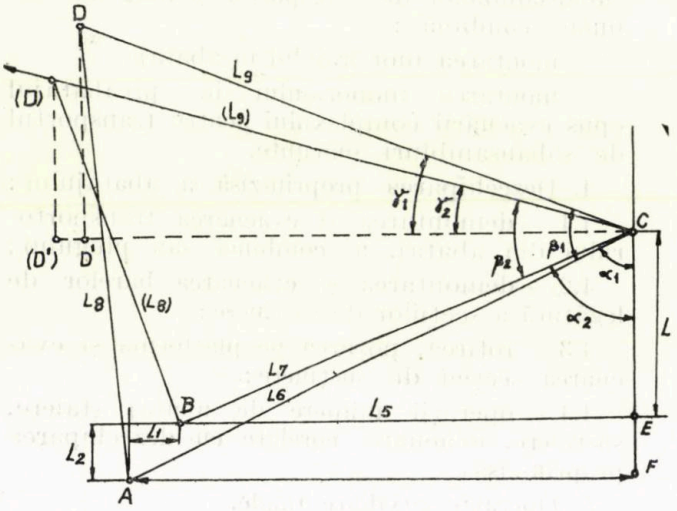


Fig. 4. Articulațiile principale ale unei secții susținător-îngrăditoare cu un singur rind de stîlpi hidraulici.

port de minimum 12,5 m², bandajată integral și cu vatra nivelată corespunzător.

Pentru stabilirea dimensiunilor de gabarit a secțiilor este necesar un calcul al suprafețelor proiectate în plan orizontal, pe poziții de lucru (minimă-maximă) și transport a unei secții, astfel încît să se evidențieze suprafața proiectată și deschiderea minimă pentru înscrierea în profil și în curbe.

În figura 4 sînt redate articulațiile principale ale unei secții.

Nodul A: articulația inferioară a stîlpului principal susținător în poziția de lucru.

Nodul B: articulația pentru poziția de transport.

Nodul C: articulația între talpă și scutul îngrăditor.

Nodul D: articulația superioară a stîlpilor principali susținători.

Toate elementele de lungime se cunosc, iar unghiurile sînt calculabile corespunzător.

Triunghiurile ACF și BCE oferă unghiurile α_1 și α_2, iar ACD și BCD unghiurile β_1 și β_2.

Din relația:

$$\gamma = \alpha_1 + \beta_1 - 90^\circ \qquad (1)$$

se deduc valorile unghiurilor γ_1 și γ_2

Pentru diferite unghiuri γ_i se determină proiecția pe orizontală a lungimii secției:

$$\overline{CD'} = L_g \cdot \cos \gamma_i \qquad (2)$$

Aplicînd valorile concrete, în figura 5 se redau rezultatele proiecției secțiilor în plan orizontal.

Poziția cea mai avantajoasă se alege ținînd seama de:

$$h = \min (h_1, h_2, h_3, h_4) \qquad (3)$$

$$L = \min [L(L_1); L(L_2); L(L_3); L(L_4)] \qquad (4)$$

$$h_{min} = 1\,485 \text{ mm} \qquad (5)$$

$$L_{min}(h_{min}) = 5\,270 \text{ mm} \qquad (6)$$

ceea ce corespunde, ca poziție optimă de transport, pentru cazul din figura 5 *b*.

În această situație, raza de eventuală rotație în plan orizontal a secției este $R = 2\,635$ mm.

2. Montarea troliilor pentru transportul secțiilor

Greutatea totală a unei secții este de 12 t. Stabilirea tipului de troliu se va face funcție de forța de tracțiune necesară pentru o platformă încărcată cu o secție, tractată pe un plan înclinat cu $\alpha = 25^\circ$ (fig. 6 *a*).

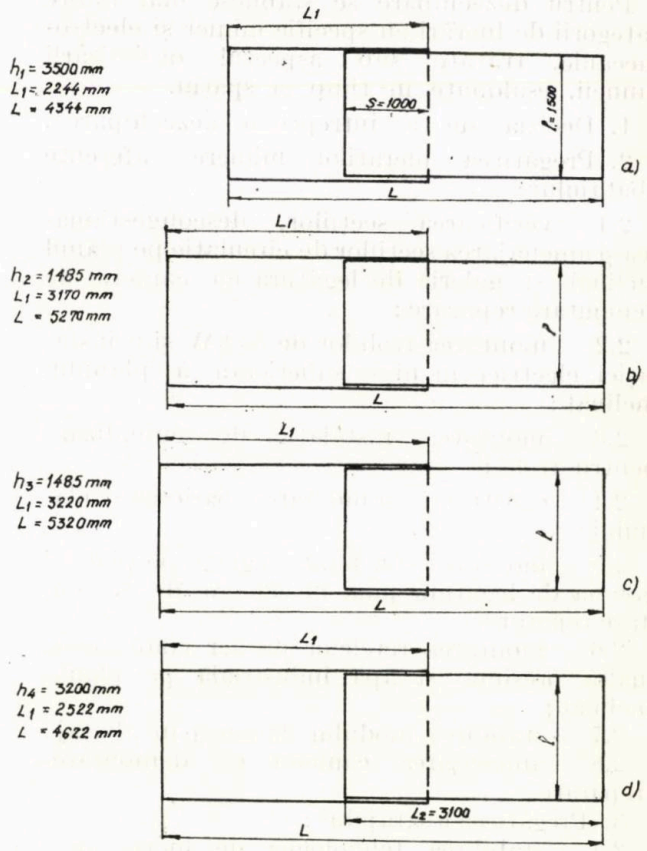


Fig. 5. Proiecții orizontale ale secției susținător-îngrăditoare pentru stabilirea posibilităților de înscriere în profil și în curbe la tractare:

a — poziție de lucru cu deschidere maximă; *b* — poziție închisă de transport; *c* — poziție de lucru cu deschidere minimă; *d* — poziție normală de lucru

Cu relații simple, ținînd seama de forța de frecare F_f :

$$G_N = G \cdot \cos \alpha \quad (7)$$

$$G_T = G \cdot \sin \alpha \quad (8)$$

$$F_T > G_T + F_f \quad (9)$$

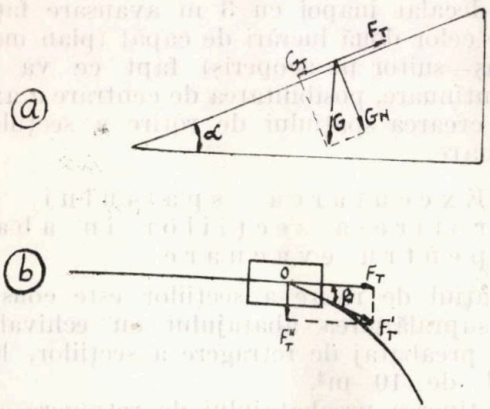


Fig. 6. Tractarea secțiilor:
a — pe plan înclinat; *b* — în curbe.

se deduce valoarea forței de tracțiune F_T a troliului, stabilindu-se în consecință tipul troliului.

Pentru tractarea în curbă a secției (fig. 6 *b*), se obține valoarea :

$$F_T = F_T' \cdot \cos \beta \quad (10)$$

Cu rezultatele de mai sus se deduc valorile forței totale de tracțiune pe orizontală, pe plan înclinat și în curbe.

3. Tehnologia de lucru în abataj pe 12 m avansare pe direcție, înainte de staționarea pentru dezechipare

a. Prima zonă de 6 m avansare.

Pentru aceasta se respectă operațiile și tehnologia normală de lucru pentru complexele mecanizate de abataj în funcțiune, cu precizarea că se vor urmări, în mod special :

— consolidarea suplimentară a tavanului;

— aducerea obligatorie a abatajului într-o poziție rectilinie (alinierea perfectă a secțiilor);

— crearea obligatorie a unei înălțimi de lucru de 3,2 m pentru toate secțiile din abataj (conform performanței tehnice a susținerii);

— stabilirea unor măsuri ferme de susținere a zonelor de intersecție a abatajului cu preabatajele de bază și de cap.

b. A doua zonă de 6 m avansare (fig. 7).

Pe lîngă respectarea aspectelor de lucru din prima zonă de avansare, se adaugă operația specială de montare, la tavan, a unor șine de cale ferată de rezistență tip 17,65 kg/m, pentru asigurarea spațiului de prăbușire pe timpul recuperării susținerii.

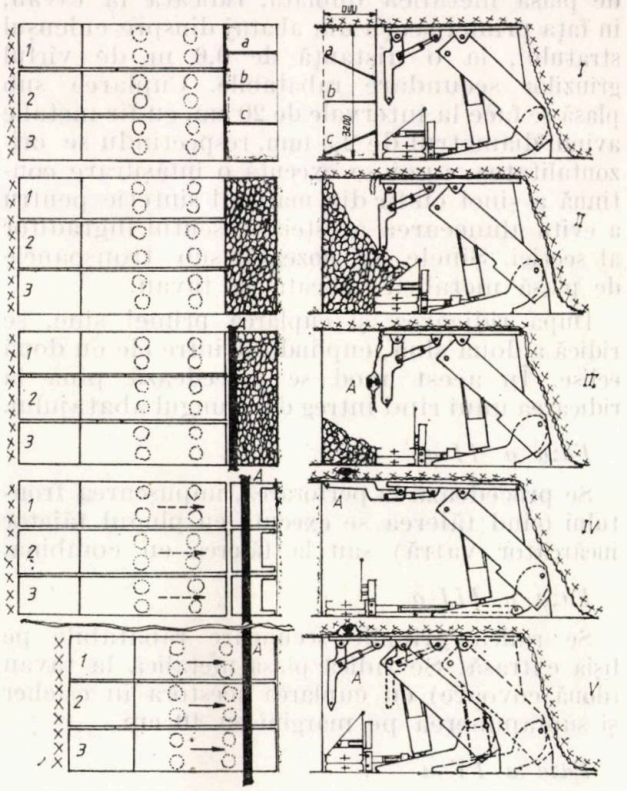


Fig. 7. Consolidarea tavanului artificial în a doua zonă de avansare cu ridicarea primei șine la tavan.

Faza I

Susținerea mecanizată, inclusiv transportorul, se află ripate la front. Frontul este prins prin intermediul grinzilor secundare rabatabile. În această fază transportorul este acoperit cu capace acționate hidraulic (cînd tăierea se efectuează cu plugul de cărbune), respectiv cînd abatajul este dotat cu combină, aceasta este în poziția de tăiere a primului făgaș.

În poziția de avansare a abatajului, se va avea în vedere, pentru această primă zonă de lucru, ca distanța medie dintre vîrful grinzilor principale ale secției și frontul de cărbune să nu depășească 0,6 m.

Se trece la dublarea covorului de plasă metalică de fir cu diametrul de 5 mm pentru crearea tavanului artificial.

Pe ultimii 6 m de avansare cu abatajul se trece la montarea rîndurilor de șine metalice deasupra secțiilor, șine care au lungimea de 4 m și greutatea de 17,65 kg/m.

Un rînd de șine traversează întreg abatajul dinspre culcuș (galeria de bază) spre acoperiș (galeria de cap) în mod obligatoriu rectiliniu.

Șinele se cuplează între ele cu eclise metalice.

Așezarea șinelor dintr-un rînd față de rîndul alăturat se va efectua cu cuplarea în jumătate

din lungime în eșicher. Distanța dintre două rînduri va fi de 0,6 m.

O șină metalică se cuplează în primul rînd de plasa metalică dublată, ridicată la tavan, în fața primei secții din abataj dinspre culcușul stratului, la o distanță de 0,6 m de vîrful grinzilor secundare rabatabile. Cuplarea sub plasă se face la intervale de 20 cm, cu fir metalic avînd diametrul de 2,5 mm, respectîndu-se orizontalitatea, apoi se execută o înfășurare continuă a șinei cu fir din material sintetic pentru a evita alunecarea acesteia pe scutul îngrăditor al secției. Șinele se pozează sub tronsoanele de plasă metalică ridicată la tavan.

După ridicarea și cuplarea primei șine, se ridică a doua șină, cuplîndu-se între ele cu două eclise. În acest mod se procedează pînă la ridicarea unui rînd întreg de-a lungul abatajului.

Faza a II-a

Se procedează la perforarea, împușcarea frontului (cînd tăierea se execută cu plugul tăietor încărcător vatră) sau la tăierea cu combina.

Faza a III-a

Se ridică grinzile secundare rabatabile pe fișia extrasă. Se ridică plasa metalică la tavan (două covoare) cu cuplarea acestora în eșicher și suprapunerea pe margini cu 40 cm.

Faza a IV-a

Se ridică grinda secundară rabatabilă cu șina din rîndul A la tavan.

Faza a V-a

Se execută pășirea secțiilor pentru închiderea ciclului de avansare cu o fișie. În detaliu se trece și prin faze intermediare pentru realizarea ciclului de exploatare cu complexul mecanizat.

Este necesară instrumentarea cu atenție a pășirii secțiilor în faza a IV-a pentru prinderea deasupra grinzii secundare rabatabile a primului rînd de șine (rîndul A).

Odată cu ridicarea rîndului B de șine, la o distanță de 0,6 m, rîndul A ajunge pe grinda principală a secției. Succesiv, ridicînd cele 10 rînduri de șine metalice (A, B, C, ..., I), rîndul A va ajunge, prin dirijarea tavanului, pe vatra abatajului, în spațiul exploatat la distanță redusă de secția în mișcare.

Pentru 6 m avansare pe direcție, în zona a doua de lucru, este necesară așezarea a 10—11 rînduri de șine, adică un total de circa 1 000 m șină metalică. În acest mod se asigură spațiul exploatat pentru recuperarea secțiilor la dezechipare.

Odată realizați cei 12 m avansare pe direcție, abatajul ajunge în faza „asigurat" în spațiul exploatat pentru dezechipare. În această situație abatajul nu mai avansează; el trebuie să fie aliniat, cu înălțime constantă de 3,2 m (deschidere egală a cilindrilor hidraulici principali cu grinda principală a secțiilor).

Totodată, staționarea abatajului în această zonă presupune formarea unei linii continue între planul înclinat culcuș—linia frontului de abataj—suitor pe acoperiș.

Se precizează că în această etapă abatajul este decalat înapoi cu 3 m avansare față de axele celor două lucrări de capăt (plan înclinat culcuș—suitor pe acoperiș) fapt ce va oferi, în continuare, posibilitatea de centrare a axelor, prin crearea spațiului de rotire a secțiilor la evacuare.

4. Executarea spațiului de rotire a secțiilor în abataj pentru evacuare

Spațiul de rotire a secțiilor este constituit din supralărgirea abatajului cu echivalentul unui preabataj de retragere a secțiilor, la un profil de 10 m².

Susținerea preabatajului de retragere a secțiilor se execută cu stîlpi SVJ—3150 mm și grinzi GSA—1 600 mm.

Tăierea cărbunelui în acest preabataj se face prin procedeul perforare-impușcare. Lățimea preabatajului la vatră este de 3,2 m. După două ripări succesive de 0,8 m, transportorul va rămîne în centrul lucrării, în poziție de dezechipare.

După executarea preabatajului de retragere, acesta va corespunde, ca liniaritate, cu axa suitor pe acoperiș — abataj — plan înclinat culcuș.

Înainte de ridicarea grinzilor GSA—1600 mm este recomandabilă cuplarea plasei metalice duble de fir cu diametrul de 5 mm în tronsoane ce se vor prelungi și pe frontul propriu-zis, pînă la vatra lucrării, cu rol de protecție contra eventualelor desprinderi de front.

5. Stabilirea mijlocului și metodei de evacuare a subansamblelor transportorului din abataj

Pentru evacuarea subansamblelor transportorului se apelează la mecanizarea deplasării elementelor pe căi de rulare tip monorai.

Monoraiul se montează în abataj pe toată lungimea lui, cu pozarea căii de rulare de grinzile principale ale secțiilor.

Instalația se prelungește și pe suitorul acoperiș pe înclinare cu măsuri suplimentare de menținere a unei viteze de transport constante pentru sarcina în mișcare.

După evacuarea transportorului, vatra preabatajului de retragere se curăță, în totalitate, și se nivelează. În axa lui se montează linie ferată îngustă (ecartamentul 630 mm) pe traverse metalice din jgheaburi uzate de transportor, de la acoperiș spre culcuș.

Pe măsura demontării, barele de legătură ale secţiilor se evacuează pînă la camera de demontare, cu ajutorul unei platforme metalice.

6. Rotirea, pozarea pe platformă şi evacuarea secţiilor (fig. 8)

Pentru a ajunge în poziţie paralelă cu frontul, rotirea secţiei se face cu schimbări succesive ale poziţiei stîlpilor SVJ—3150 mm, în vederea creării unui spaţiu suficient de înscriere a gabaritului.

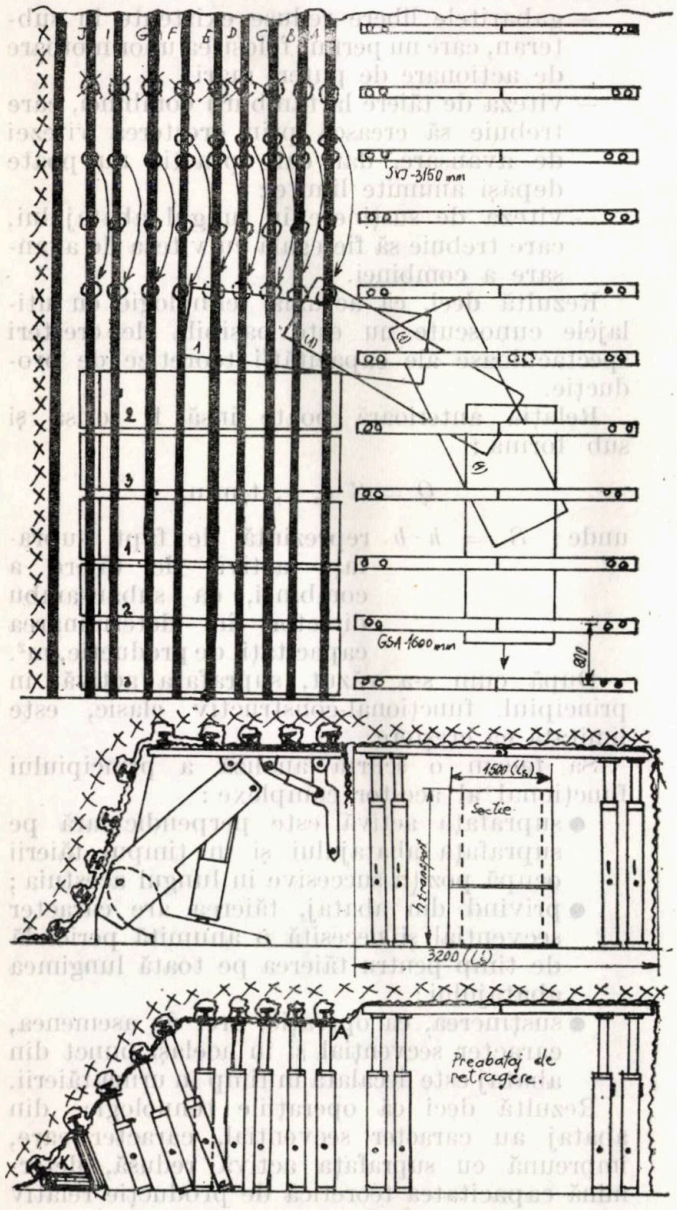


Fig. 8. Rotirea secţiilor în preabatajul de retragere.

Aducerea secţiei pe platforma de transport este posibilă după două variante.

Varianta I: secţia adusă în poziţia laterală cu frontul se deschide pînă la tensionarea grinzii principale la tavan, avînd deasupra grinzile GSA—1600 mm. Se procedează la ancorarea grinzii principale de grinzile GSA—1 600 mm, în cel puţin patru puncte. La detensionare, se ridică, în mod obligatoriu, tălpile secţiei de către cilindrii principali de susţinere, cu circa 30 cm, ceea ce permite introducerea platformei sub tălpile secţiei.

Varianta a II-a: platformei de evacuare i se ataşază, prin cuplare temporară, o platformă-rampă de încărcare sub un unghi mic faţă de planul orizontal; secţia în rotire este preluată de platforma-rampă.

În zona rămasă răpită (fără secţii) în urma scoaterii secţiei, se trece la susţinerea tuturor şinelor de cale ferată la tavan cu tipodimensiuni corespunzătoare de stîlpi hidraulici.

După evacuarea tuturor secţiilor se demontează linia ferată şi se trece la dezechiparea totală a abatajului, cu recuperarea integrală a stîlpilor şi grinzilor şi închiderea zonei.

Concluzii

Mutarea echipamentului de mecanizare complexă din subteran este o activitate esenţială în minele moderne complex mecanizate.

Mutarea este asociată, în mod curent, cu operaţii de reparare a echipamentului, sub diferitele aspecte ale acesteia.

În etapa actuală se detaşază, ca eficienţă economică, procedeul evacuării complexelor mecanizate în maniera integrală, micşorîndu-se vădit timpul de dezechipare, lucrînd cu un grad sporit de siguranţă. Totodată, aplicînd proiectul de evacuare descris mai sus, se creează premise favorabile pentru dezechiparea abatajelor din feliile următoare sub tavan artificial. În acest sens, şinele de cale ferată, împreună cu tavanul corect consolidat suplimentar, constituie zonă de dezechipare şi pentru abatajul din felia imediat inferioară.

Considerații privind teoria frontului de lucru cu suprafață total, simultan și continuu activă, cu aplicații la construcția de utilaj minier

Ing. **I. N. Vîlculescu**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Noua teorie a frontului de lucru cu „suprafață total, simultan și continuu activă", deși are un oarecare caracter de relativitate, prin aplicațiile sale este de natură a conduce la creșterea capacității de producție a utilajului minier, înscriindu-se în actualele tendințe de ridicare a gradului de concentrare a producției.

Apreciem, ca mai adecvată, prezentarea acestei teorii la mecanizarea extragerii lignitului în subteran, prin complexe mecanizate de abataj, la metoda de exploatare cu front lung.

După cum se știe, la aceste complexe capacitatea teoretică de producție este dictată de capacitatea combinei de abataj, capacitate care, în cazul ideal — tăierea în suveică — se calculează cu relația:

$$Q = h \cdot b \cdot v_a \cdot \gamma, \ \text{t/min}$$

în care: h este înălțimea abatajului, m;
b — adîncimea de tăiere, m;
v_a — viteza de avansare a combinei în lucru, m/min;
γ — greutatea specifică a lignitului în masiv, t/m³

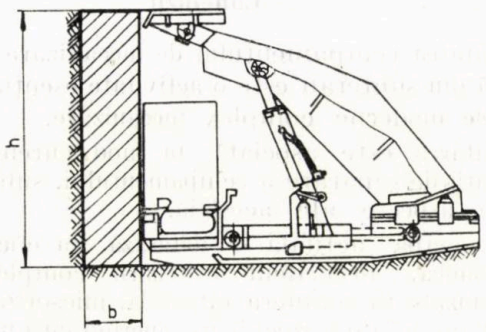


Fig. 1. Complex mecanizat de abataj tip clasic.

O scurtă analiză a acestei relații, în scopul stabilirii posibilităților de creștere a capacității de producție, conduce la următoarele:

- înălțimea abatajului h este un element natural, existent ca valoare, și nu poate fi influențat, decît în cazul exploatării stratelor de grosime mare într-o singură felie;
- adîncimea de tăiere b variază practic între 0,65 și 0,80 m, iar în condițiile unui acoperiș instabil nu poate crește;
- greutatea specifică a lignitului γ este un element natural, practic neschimbabil;
- singurul factor care poate crește este viteza de avansare a combinei de lucru v_a.

Creșterea vitezei de avansare este însă practic limitată de:

— gabaritele libere reduse existente în subteran, care nu permit folosirea unor motoare de acționare de puteri mari;
— viteza de tăiere la tamburii combinei, care trebuie să crească prin creșterea vitezei de avansare, dar care practic nu poate depăși anumite limite;
— viteza de susținere în lungul abatajului, care trebuie să fie egală cu viteza de avansare a combinei.

Rezultă deci, că actuala tehnologie cu utilajele cunoscute nu este pasibilă de creșteri spectaculoase ale capacității teoretice de producție.

Relația anterioară poate însă fi scrisă și sub forma:

$$Q = S \cdot v_a \cdot \gamma, \ \text{t/min},$$

unde: $S = h \cdot b$ reprezintă de fapt suprafața activă de tăiere a combinei, ca subansambu director în determinarea capacității de producție, m².

După cum s-a văzut, suprafața activă, în principiul funcțional-constructiv clasic, este limitată ca creștere.

Să facem o scurtă analiză a principiului funcțional al acestor complexe:

- suprafața activă este perpendiculară pe suprafața abatajului și în timpul tăierii ocupă poziții succesive în lungul acestuia;
- privind din abataj, tăierea are caracter secvențial și necesită o anumită perioadă de timp pentru tăierea pe toată lungimea abatajului;
- susținerea, ca operație, are, de asemenea, caracter secvențial și în același punct din abataj este decalată în timp în urma tăierii.

Rezultă deci că operațiile tehnologice din abataj au caracter secvențial, caracter care, împreună cu suprafața activă redusă, determină capacitatea teoretică de producție relativ mică a complexului.

Dacă mutăm însă suprafața activă dintr-un plan perpendicular pe abataj, chiar în planul suprafeței abatajului, și găsim un echipament tehnologic care:

— să aibă suprafața activă egală cu suprafața abatajului;
— să asigure avansarea simultană și continuă a suprafeței active în direcția de avansare a frontului,

realizăm cele trei deziderate ale teoriei enunțate, adică avem o suprafață de front : total, simultan și continuu activă. Aceasta presupune însă ca și celelalte două operații tehnologice de bază din abataj (susținerea și transportul) să aibă un caracter continuu, nu secvențial, și să se realizeze simultan cu tăierea.

Pe acest principiu, un utilaj tehnologic de abataj s-ar caracteriza, în general, prin :

- mai multe elemente alăturate (fig. 2) realizează simultan și continuu susținerea, tăierea și încărcarea lignitului pe toată suprafața de front aferentă ;

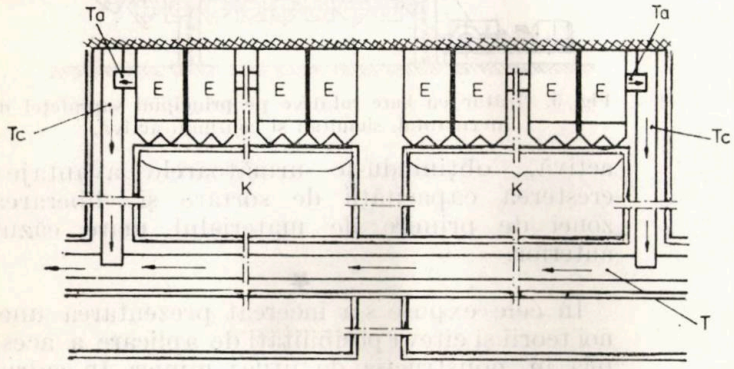


Fig. 2. Complex mecanizat de abataj pe principiul teoriei frontului de lucru cu suprafața total, simultan și continuu activă.

- un transportor comun asigură transportul lignitului în lungul abatajului și deversarea acestuia în sistemul de transport de pe galeria colectoare.

O invenție realizată în I.C.I.T.P.M.L. Craiova în anul 1967 a avut ca obiect o soluție de rezolvare a acestui principiu, la posibilitățile practice de uzinare ale timpului ; după 13 ani de experiență în domeniul complexelor mecanizate de abataj, păstrînd principiul, s-au găsit însă soluții constructive mai adecvate condițiilor de zăcămînt existente în bazinele de lignit ale țării.

Să analizăm acum ce se obține prin folosirea noului principiu :

— suprafața activă poate crește foarte mult : de la 1,5—3,5 m² la 150—250 m² ;

— folosind viteze de avansare ale liniei de front de 0,5—1,0 m/min, posibile de realizat practic, la diferite lungimi și înălțimi de front se pot obține capacități de producție variabile între 2 000 și 5 000 t/h.

În această situație se menționează însă următoarele :

- capacitatea de producție a complexului se limitează la cea maxim posibilă a mijloacelor de transport ;
- avînd în vedere costul ridicat al echipamentului, cît și condițiile de lucru din subteran, la o anumită capacitate de producție a complexului, lungimea abatajului și viteza de avansare trebuie stabilite în urma unui calcul de optimizare.

★

Ca dovadă a tendințelor pe plan mondial către acest principiu, au apărut soluții care se apropie, mai mult sau mai puțin, de deziderate de bază enunțate.

Un patent american constă dintr-un melc — cu funcție de tăiere și transport — montat în lungul abatajului și acționat de la capete. Acționat hidraulic, melcul realizează o avansare de circa 35 cm, după care tot hidraulic se deplasează pe verticală, tăind pe toată înălțimea abatajului.

Un patent sovietic are în compunere un pieptene rotativ, cu funcție de tăiere și încărcare, montat în lungul abatajului, la partea inferioară a acestuia, și niște despicătoare speciale la partea superioară.

Ambele patente sînt destinate exploatării cărbunelui care se desprinde ușor din front și la dimensiuni acceptabile pentru transport.

Un patent francez constă din mai multe elemente alăturate, fiecare dintre ele cu șenile jos, șenile sus, o combină gen combină de înaintare amplasată între șenilele inferioare și un transportor comun în lungul abatajului. După cum reiese și din principiul constructiv-funcțional, soluția este destinată exploatării cărbunelui, în cazul în care rocile din vatra abatajului au portanță mare.

Comun pentru soluțiile prezentate este mutarea suprafeței active în planul frontului de lucru ; avansarea acesteia se face însă discontinuu, fiind întreruptă în perioada de timp necesară pentru tăierea întregii suprafețe a frontului și deplasarea susținerii.

★

În continuare prezentăm două soluții de aplicare a teoriei la construcția de utilaje de preparare a lignitului : concasoare și grătare.

La concasoarele clasice cu două rotoare cu cuțite care se rotesc în contra-sens (fig. 3) zona activă de sfărîmare este zona de intersecție dintre rotoare, restul fiind inactiv.

Dacă se montează însă un rotor în poziție verticală și se introduce într-o carcasă fixă cu mai multe rînduri de cuțite (fig. 4), se obține un utilaj cu capacitate crescută. Creșterea capacității se datorește faptului că la o rotație completă a rotorului fiecare rînd de cuțite de

pe acesta se întîlnește cu fiecare rînd de cuțite fixe de pe carcasă, adică de fapt suprafața interioară a devenit total, simultan și continuu activă.

Grătarele cu bare rotative cunoscute au, practic, suprafață activă numai

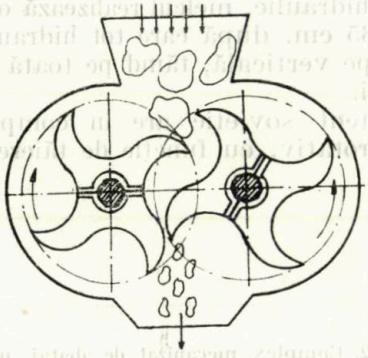


Fig. 3. Concasor clasic.

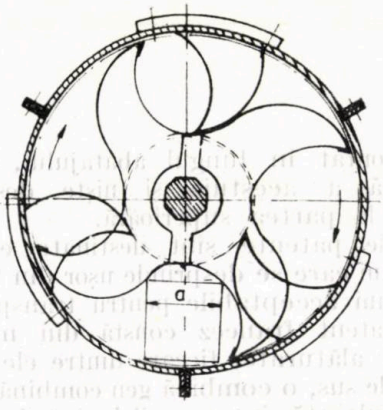


Fig. 4. Concasor pe principiul suprafeței de lucru total, simultan și continuu activă.

în zona de cădere a materialului, restul suprafeței fiind mai puțin folosită pentru sortare.

Dacă se leagă însă barele rotative între ele la cele două capete cu două organe de tracțiune acționate și se asigură rotirea barelor în timpul deplasării (fig. 5), suprafața superioară a grătarului va deveni total, simultan și continuu

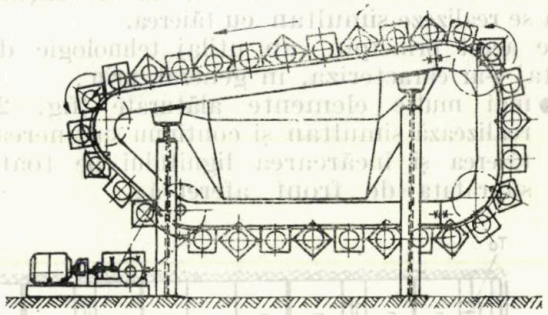


Fig. 5. Grătar cu bare rotative pe principiul suprafeței de lucru total, simultan și continuu activă.

activă, obținîndu-se următoarele avantaje: creșterea capacității de sortare și eliberarea zonei de primire de materialul mare căzut anterior.

★

În cele expuse s-a încercat prezentarea unei noi teorii și cîteva posibilități de aplicare a acesteia în construcția de utilaj minier. În cadrul I.C.I.T.P.M.L. Craiova sînt în curs de definitivare și alte soluții bazate pe această teorie pentru complexe de excavare în cariere, complexe de înaintare pentru galerii de deschidere și pregătire, complexe de înaintare pentru traversarea formațiunilor acvifere etc.

Bibliografie

[1] * * * *Metodă și dispozitiv pentru exploatarea cărbunelui.* Brevet de invenție nr. 48986.

[2] * * * *Concasor pentru cărbune.* Brevet de invenție nr. 66469.

[3] * * * *Instalație pentru sortarea cărbunelui.* Brevet de invenție nr. 61367.

Instalație hidraulică de despicat blocuri supragabaritice

Ing. **M. Mănăstireanu**
ing. **N. Mican** și
subing. **C. Flora**
I.C.P.M.M.N. Baia Mare

I. Generalități

În natură, degradarea rocilor se datorește, printre altele, și efectelor de alterare fizică, printre care procesul de gelivitate joacă un rol important. Prin îngheț, apa din porii sau fisurile rocilor se dilată și exercită presiuni pînă la 200 daN/cm², care supun rocile la întindere, sfărîmițîndu-le [1].

Descoperirea materialelor explozive și apariția uneltelor pneumatice a permis dezvoltarea de exploatări la zi, în care extracția substanțelor minerale utile se face după o tehnologie corespunzătoare. În zone foarte populate, folosirea explozivilor la diferite lucrări este, de cele mai multe ori, nedorită sau chiar interzisă. În aceste cazuri, singura posibilitate ar rămîne folosirea ciocanelor pneumatice percutante, dar costul energiei pneumatice a sporit atît de mult în ultimii ani, încît astăzi această metodă apare neeficientă.

De asemenea, blocurile supragabaritice, rezultate în urma lucrărilor de împușcare cu explozivi, ridică probleme de ordin tehnic și economic. Sfărîmarea lor cu exploziv (sfărîmare secundară) este neeconomică, periculoasă și deranjează întregul proces de producție.

Odată cu apariția utilajelor ce folosesc forța hidraulică, s-a putut realiza un nou pas înainte, permițînd o creștere a eficienței economice de la 10 la 50%. Astfel, în anul 1962 s-a brevetat în S.U.A. un utilaj hidraulic de despicat roci (tip Darda), iar începînd cu anul 1970, acest tip de utilaj se fabrică în serie [2].

II. Principiul de lucru

Principiul de lucru al acestui utilaj se bazează pe efectul de pană, care produce despicarea rocii. Într-o gaură perforată în roca de despicat se introduce o pană înconjurată de două jumătăți cilindrice. Pana va înainta prin apăsare pe suprafețele celor doi semicilindri, fixați în gaură, datorită unei forțe hidraulice N_H aplicată la capătul superior al penei. Prin înaintare, pana va îndepărta lateral cei doi semicilindri și, prin efectul de pană, apar două forțe laterale Q_H, care vor produce despicarea blocului de rocă, după direcția dorită de despicare (fig. 1). Forțele laterale Q_H ce se dezvoltă sînt mai mari decît rezistența la întindere a rocilor, a căror valori sînt relativ mici.

Astfel, cu asemenea dispozitive hidraulice se pot despica blocuri mari de rocă, începînd cu cele de gresie, avînd rezistența la întindere de 10—15 daN/cm², pînă la cele de granit și marmură, cu rezistența la întindere de 65—86 daN/cm².

III. Instalația hidraulică

Pornind de la cele mai bune rezultate obținute pe plan mondial în despicarea hidraulică a blocurilor de rocă, la I.C.P.M.M.N. Baia Mare s-a realizat, experimentat și omologat proto-

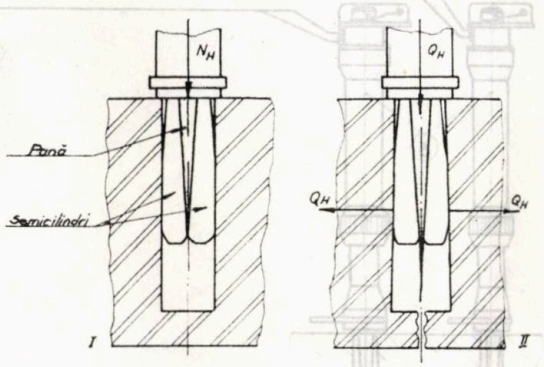


Fig. 1. Principiul de lucru al utilajului de despicat.

tipul unei instalații hidraulice de despicat blocuri supragabaritice, după o concepție proprie, folosind în construcția acesteia numai materiale și echipamente electrohidraulice, din producția indigenă.

Caracteristicile tehnice principale ale acestei instalații sînt:

- acționarea cu electromotor ASI, 3 kW, 1 500 rot/min;
- debitul agregatului hidraulic, max. 15 l/min;
- presiunea hidraulică de lucru, max. 175 bari;
- forța aplicată la capul penei, 17—20 tf;
- numărul cilindrilor, 2;
- operatori cu pană, 1;
- deplasarea instalației, pe pneuri;
- greutatea instalației complet echipată, max. 110 kg.

IV. Construcția instalației

Construcția instalației hidraulice de despicat blocuri supragabaritice se poate vedea în figura 2.

Instalația hidraulică de despicat blocuri supragabaritice se compune din două părți: instalația de forță hidraulică A și cilindrii

hidraulici cu pană *B*. Instalația de forță hidraulică este compusă din: șasiul mobil *1* pe pneuri, deplasabil manual, un agregat hidraulic *2* format dintr-un rezervor metalic pentru ulei, o pompă cu roți dințate tip C 22.X

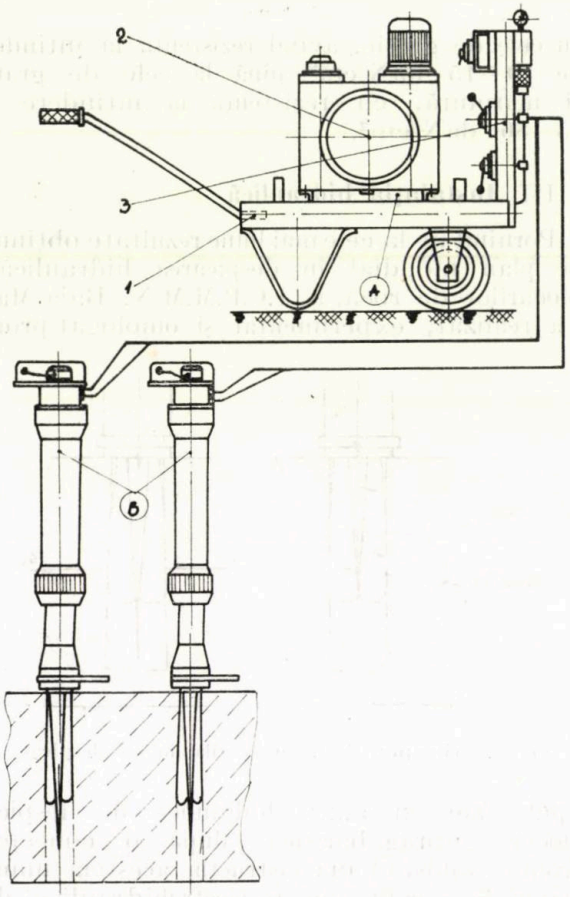


Fig. 2. Instalație hidraulică de despicat blocuri supragabaritice:

A — instalația de forță hidraulică; *B* — cilindru hidraulic cu pană; *1* — șasiu mobil; *2* — agregat hidraulic; *3* — panou de comandă.

(sau PS6—00), acționată de un motor electric asincron trifazat de 3 kW și 1 500 rot/min, un filtru de ulei tip FU. 91 și un panou de comandă și măsură *3*. Construcția cilindrilor hidraulici cu pană este prezentată în figura 3.

În construcția acestor cilindri hidraulici cu pană, intră materii și materiale din producția curentă indigenă, nefiind necesare importuri.

Uleiul livrat la înaltă presiune hidrostatică, de la agregatul hidraulic *2*, prin tubul flexibil de înaltă presiune tip T_2 *1*, prin robinetul special și capul de distribuție *2*, *3*, pătrunde în corpul superior al cilindrului hidraulic, împingînd pistonul *8*. Forța hidraulică de împingere N_H se transmite prin tija pistonului *9* la pana *11*, care va aluneca între cele două jumătăți de semicilindri *12*. Aceștia se vor deplasa lateral, dînd efectul de pană necesar operației de despicare. Comanda de retragere a penei în poziție inițială se face prin robinetul de distribuție montat în capul cilindrului cu pană, dar datorită construcției lui speciale, retragerea penei, cînd aceasta a ajuns la sfîrșitul cursei, poate decurge și automat, fără intervenția operatorului.

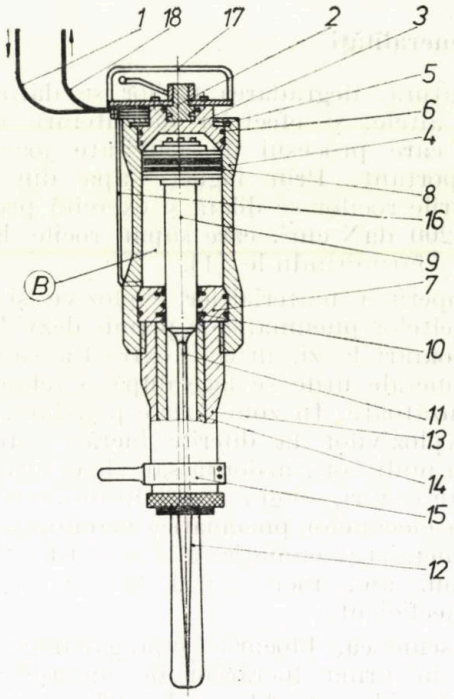


Fig. 3. Cilindru hidraulic cu pană:

1 — furtun de înaltă presiune; *2* — robinet; *3* — cap de distribuție a uleiului; *4* — cămașa cilindrului; *5* — inel de siguranță; *6* — garnitură; *7* — capac în ferior; *8* — piston; *9* — tija pistonului; *10* — garnitură; *11* — pană; *12* — semicilindri; *13* — manșon de capăt; *14* — bucșă de ghidare; *15* — suport inferior; *16* — conductă metalică; *17* — mîner superior; *18* — furtun de joasă presiune

Uleiul hidraulic la joasă presiune, în fazele de înaintare și retragere a penei, va fi dirijat la filtrul de ulei și de aici în rezervorul de ulei, prin tubul flexibil de joasă presiune tip T_1 *18*.

Schema hidraulică și modul de funcționare se pot vedea în figura 4.

Instalația hidraulică de despicat blocuri supragabaritice poate lucra cu un singur cilindru cu pană, atunci cînd blocurile de rocă au un diametru mai mic de 1,5—2,0 m. În acest caz, al doilea cilindru cu pană se va scoate din circuitul hidraulic de forță, prin comanda robinetului individual *11*. În cazul cînd blocurile de rocă depășesc diametrul (latura) de 2m, se va lucra concomitent cu cei doi cilindri cu pană, aceștia fiind racordați la circuitul hidraulic de forță, prin robinetul central de comandă *7*, și individual prin robinetele de comandă *11*.

V. Folosirea instalației

Instalația hidraulică de despicat blocuri supragabaritice folosește, ca energie primară, energia electrică, care prin intermediul agregatului hidraulic va fi convertită în energie

hidrostatică la înaltă presiune (175 bari), necesară obținerii forței pentru împingerea penei în dispozitiv.

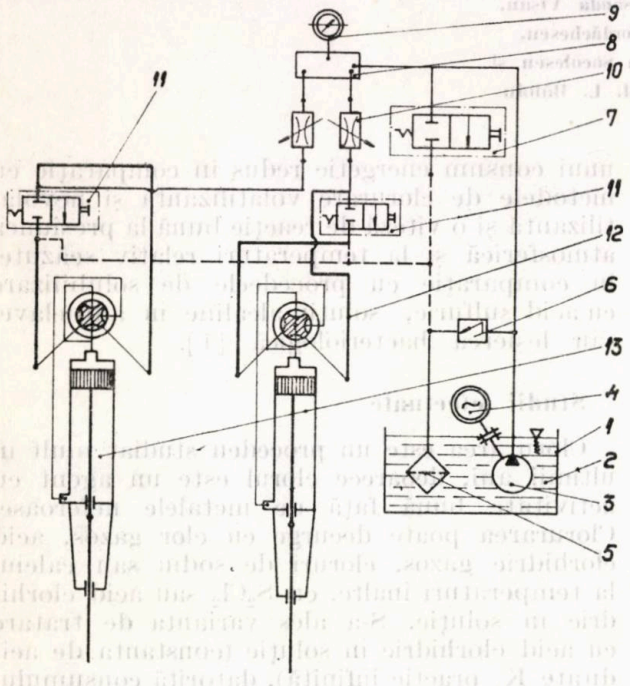


Fig. 4. Schema circuitelor hidraulice:

1 — rezervor; *2* — ulei; *3* — pompă hidraulică; *4* — motor electric; *5* — filtru de ulei; *6* — supapă de presiune; *7* — robinet central de comandă; *8*— bloc special de distribuție a uleiului; *9* — manometru; *10* — drosel; *11* — robinet individual de comandă; *12* — furtunuri flexibile; *13*— cilindri cu pană.

Pentru racordarea instalației hidraulice la sursa de curent electric trifazic de forță (380 V și minim 10 A), aceasta este dotată cu un cablu electric flexibil, lung de 25—30 m. Legătura cilindrilor hidraulici cu pană la panoul de comandă a instalației se face prin intermediul a cîte unui tub flexibil de înaltă presiune, tip T_2, și de joasă presiune, tip T_1, avînd lungimea de 20—25 m.

Pentru despicarea blocurilor supragabaritice, în prealabil se vor perfora în aceștia, după direcția dorită, găuri cu diametrul de 38—41 mm și lungimea de minimum 400 mm. Perforarea acestora se poate face, de preferință, cu un perforator pneumatic rotopercutant ușor tip P58A sau P58W, funcționînd cu aer comprimat la presiunea de 4—6 bari și un debit minim de 3 Nm^3/min.

Fazele de despicare a blocului de rocă decurg în ordinea următoare: se pornește agregatul hidraulic (instalația fiind cuplată la sursa de energie electrică) pe circuit închis, se introduce pana cu semicilindri în gaura perforată anterior, se trece agregatul hidraulic pe circuit deschis și se acționează robinetele speciale de distribuție pe sensul de înaintare a penei. În circa 30—60 s se va produce despicarea blocului supragabarit, după care se acționează robinetul special de distribuție pe sensul de retragere a penei, în poziția inițială (operația se poate desfășura și în mod automat).

Pentru o nouă despicare se repetă fazele de mai sus. Dacă blocul de rocă supragabarit depășește în diametru 2 m, atunci se vor utiliza concomitent cei doi cilindri cu pană. Periodic, semicilindrii se vor unge cu unsoare pentru a reduce frecarea penei și a evita griparea suprafețelor de contact în timpul operației de despicare hidraulică.

VI. Perspective de utilizare

Metodele și gama posibilităților de despicare hidraulică a rocilor dure, dat fiind efectul economic favorabil, a cunoscut în ultimii ani o diversitate foarte largă de aplicare, cum sînt: excavări de stînci, betoane, săpări de șanțuri în locurile locuite și nelocuite, lucrări hidrotehnice sub apă, deblocări în cariere de piatră, sfărîmarea secundară, tăieri dirijate de blocuri în cariere de piatră, demolări de poduri, de diguri, pereți și planșee armate sub și peste 30 cm grosime, deschideri de galerii în ziduri și planșee, demolări de instalații în fabrici și mine, demolări de reactoare atomice, demolări în bănci, spitale, școli etc.

Pornind de la rezultatele obținute, atît pe plan mondial, cît și în țară, cercetătorii de la I.C.P.M.M.N. Baia Mare vor căuta ca în viitor să conceapă noi instalații hidraulice de despicat, adaptabile condițiilor de lucru din exploatările la zi și din subteran, cît și pentru alte activități specifice.

Bibliografie

[1] Lăzărescu, V. *Geologie fizică.* Ed. tehnică, București, 1980.
[2] * * * *Hydraulik Steinspaltgeräte Darda.* Prospecte ale firmei F. Povsfeld Gmbh din R. F. G., 1980.
[3] * * * *Hydraulik Hammer Roxon B 200.* Prospecte ale firmei Roxon din Finlanda, 1978.
[4] * * * *Brise Roche BRH 250.* Prospecte ale firmei Montabert din Franța, 1976.
[5] * * * *Instalație hidraulică de despicat supragabarite.* Proiect DE(u) — UM. 61—00 I.C.P.M.M.N. Baia Mare, 1978.

Valorificarea metalelor neferoase rămase după flotația zgurilor Outokumpu răcite lent

Prof. dr. doc. ing. **L. Dobrescu**,
asist. ing. **Sanda Vișan**,
ing. **Gr. Iordăchescu**,
dr. ing. **Anca Socolescu** și
dr. chim. **M. L. Băloiu**

Introducere

Industria, ca urmare a revoluției tehnico-științifice, solicită metale neferoase în cantități tot mai mari. Pe plan mondial, producția de metale neferoase este confruntată cu problema exploatării unor zăcăminte cu conținuturi foarte sărace în substanță utilă (exemplu: 0,25 % cupru, 1 % plumb, 1 % zinc), în condiții deosebit de grele din punctul de vedere al extracției (4 500 m adîncime). Dacă ritmurile de consum se vor menține în continuare aceleași, este de așteptat ca în 100—150 de ani, rezervele exploatabile de minereuri neferoase să se epuizeze complet. În aceste condiții, s-a pus problema găsirii unor soluții tehnice care să permită exploatarea acestor zăcăminte și folosirea tuturor purtătorilor de metale neferoase — zguri, cenuși, sterile de la preparare etc.

România este afectată de aceleași probleme privind natura zăcămintelor și tehnologiile actuale de extracție și prelucrare. Pentru lărgirea bazei de metale neferoase, în documentele de partid, pentru planul cincinal 1981—1985, sînt prevăzute: impulsionarea activității geologice, organizarea activității de elaborare a tehnologiilor în vederea valorificării complexe și cu rezultate economice cît mai bune a tuturor materiilor prime. „O atenție deosebită trebuie acordată recuperării, colectării și refolosirii materialelor... Pentru multe sectoare, prin recuperarea și refolosirea materialelor putem și trebuie să asigurăm pînă la 50 % și chiar peste 50 % din necesarul de materii prime", arăta tovarășul **Nicolae Ceaușescu** în cuvîntarea la ședința plenară lărgită a Consiliului Național al Oamenilor Muncii din 14 iunie 1980.

Recuperarea metalelor neferoase din sterile prin metode de preparare și pirometalurgice este destul de dificilă, din cauza conținuturilor foarte scăzute și a compoziției chimice. Singurele metode care se pot utiliza sînt cele hidrometalurgice.

Zgurile Outokumpu răcite lent permit recuperarea a 70 % din cupru prin flotație, în final rezultînd un material cu un conținut foarte scăzut în cupru, plumb, zinc, care în prezent se haldează.

S-au studiat posibilitățile de recuperare a cuprului și zincului din zguri Outkumpu răcite lent, flotate, folosind metoda de clorurare cu acid clorhidric. Metoda prezintă avantajul unui consum energetic redus în comparație cu metodele de clorurare volatilizantă și nevolatilizantă și o viteză de reacție bună la presiunea atmosferică și la temperaturi relativ scăzute, în comparație cu procedeele de solubilizare cu acid sulfuric, soluții alcaline în autoclave, sau lesierea bacteriologică [1].

Studii efectuate

Clorurarea este un procedeu studiat mult în ultimii ani, deoarece clorul este un agent cu activitate bună față de metalele neferoase. Clorurarea poate decurge cu clor gazos, acid clorhidric gazos, cloruri de sodiu sau calciu, la temperaturi înalte, cu S_2Cl_2 sau acid clorhidric în soluție. S-a ales varianta de tratare cu acid clorhidric în soluție (constanta de aciditate K_a practic infinită), datorită consumului energetic redus și a vitezei de reacție mai mari în comparație cu alte procedee.

Reacțiile principalilor compuși din zguri cu HCl sînt:

$$Fe_2O_3 + 6\,HCl \rightarrow 2\,FeCl_3 + 3\,H_2O$$

$$FeO + 2\,HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2O$$

$$CuO + 2\,HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$$

$$Cu_2O + 2\,HCl \rightarrow Cu_2Cl_2 + H_2O$$

$$ZnO + 2\,HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$$

$$PbO + 2\,HCl \rightarrow PbCl_2 + H_2O$$

În afară de oxizi, zgurile mai conțin feriți, silicați de cupru, plumb și zinc, sulfuri (urme).

Oxidul și silicatul de zinc se solubilizează ușor cu HCl. Ortosilicatul de zinc este sursa principală de impurificare a soluției cu acid silicic. Feritul de zinc este mai puțin solubil în acid clorhidric, decît silicatul.

Oxidul cupric se solubilizează ușor în acid, spre deosebire de oxidul cupros, care se solubilizează mai greu. Feritul de cupru se comportă similar cu feritul de zinc.

Compușii de fier se dizolvă diferit în acid clorhidric. Oxidul feros se dizolvă cel mai ușor, iar oxidul feric cel mai greu. Tratînd probele de zgură la cald cu acid clorhidric, fierul bivalent se oxidează parțial la fier trivalent și acesta precipită ca hidroxid feric, formă care se filtrează ușor împreună cu reziduul neatacat.

Silicea legată de oxizii de zinc sau cupru, la tratare cu acid clorhidric, trece ușor în soluție. La $pH = 3-4$, acidul silicic hidrolizează și trece în gel.

Oxidul de plumb se solubilizează cu HCl.

Zgurile Outokumpu răcite lent, după flotația cuprului, s-au solubilizat cu acid clorhidric, urmărind influența diverșilor parametri asupra randamentelor de extracție ale cuprului și zincului.

Caracteristicile materiei prime

Materia primă a fost primită de la beneficiar sub formă măcinată, cu granulometria de 94% sub 0,074 mm. S-au dezagregat probele de zgură cu amestec de acizi clorhidric și azotic, iar soluțiile s-au analizat prin absorbție atomică. Compoziția materiei prime a fost: 0,56% cupru, 2,38% zinc, 21,87% fier.

Aparatura utilizată

Experimentările s-au condus la presiune atmosferică, cu sau fără agitare, cu sau fără aport de căldură exterior. S-au utilizat agitatoare electromagnetice de laborator, o baie de ulei termostată, iar pentru caracterizarea soluțiilor rezultate s-au folosit pH-metrul LBS —66 și aparatul de absorbție atomică AAS—1, cu flacără acetilenă — aer.

Reactivii utilizați s-au procurat din țară: H_2SO_4 (USAS Năvodari), HNO_3 („Reactivul" București), NH_3 soluție 25% („Reactivul" București), HCl (Intreprinderea chimică Turda).

Experimentările au urmărit solubilizarea cuprului și zincului din zguri și precipitarea selectivă a acestor metale. Solubilizările cu acid clorhidric s-au realizat cu soluții diluate, la rapoarte lichid : solid egale cu 4—5 și cu acid clorhidric concentrat, la rapoarte lichid : solid ~ ~ 1, procedeu cunoscut sub denumirea de „pastă".

Solubilizarea cu acid clorhidric diluat

Determinările experimentale au urmărit stabilirea unor condiții de solubilizare maximă a ionilor de cupru și zinc, în special. Pentru aceasta s-a variat concentrația acidului, timpul de contact cu zgura și temperatura.

Influența concentrației acidului clorhidric

Mărind concentrația HCl la un timp de reacție de două ore și la un raport solid : lichid = = 1 : 4 (g : cm³) s-au obținut extracțiile în cupru și zinc de maxim 54% și respectiv 83% (fig. 1 și 2).

Extracția cuprului crește cu concentrația HCl pînă la 17%, după care se micșorează. Zincul este mai ușor solubilizabil decît cuprul. Extracția zincului crește rapid, liniar, pînă la 17% HCl, după care înregistrează variații mai mici.

Influența timpului de solubilizare

S-a lucrat pe probe de aproximativ 10 g zgură, care s-au tratat cu soluții de HCl 17%, în raportul solid : lichid = 1 : 4 (g : cm³). Probele s-au agitat la 20°C, timpi diferiți. Rezultatele determinărilor experimentale sînt prezentate în figurile 3 și 4.

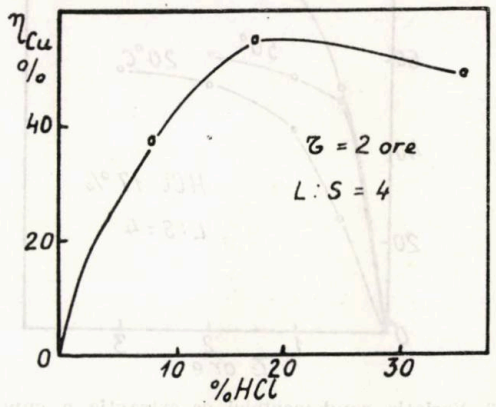


Fig. 1. Variația randamentului de extracție a cuprului cu concentrația acidului clorhidric.

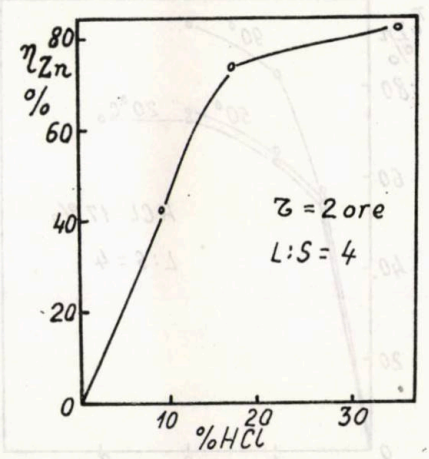


Fig. 2. Variația randamentului de extracția a zincului cu concentrația acidului clorhidric.

Extracțiile cuprului și zincului cresc în timp de două ore. Mărirea timpului de reacție nu duce decît la precipitarea ca hidroxid a unei cantități din fierul solubilizat, hidroxid care colmatează porii suprafeței filtrante, îngreuind filtrarea.

Influența temperaturii

Pentru mărirea randamentelor de extracție ale cuprului și zincului s-a studiat și influența temperaturii. Probele de zgură s-au tratat cu soluții de HCl 17%, în raportul lichid : so-

lid = 4 (g : cm³), timpi diferiţi, la diverse temperaturi. Rezultatele determinărilor experimentale sînt prezentate în figurile 3 şi 4.

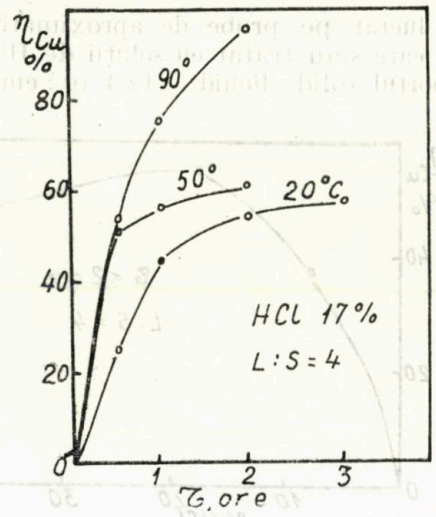


Fig. 3. Variaţia randamentului de extracţie a cuprului în timp şi în funcţie de temperatură.

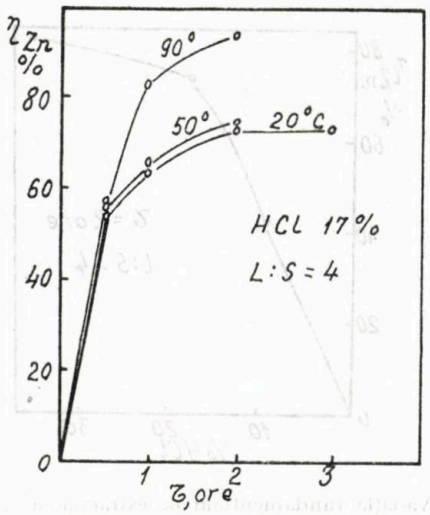


Fig. 4. Variaţia randamentului de extracţie a zincului în timp şi în funcţie de temperatură.

Extracţia cuprului la timpi mai mici de 30 min nu mai este influenţată de creşterea temperaturii. Extracţia la 20°C, în trei ore, se apropie mult ca valoare de extracţia la 50°C, timp de două ore. Valoarea maximă s-a înregistrat la 90°C timp de două ore (95,3%).

Zincul se extrage cu randamente de aproximativ 60—70% la temperatura de 20°C. Compuşii mai greu solubili sînt atacaţi doar de acidul clorhidric la 90°C. Aşadar, 60—70% din zinc se află sub formă de compuşi uşor atacabili (oxizi şi silicaţi), iar restul sub formă de ferit (30—40%).

Cuprul se găseşte în zgură sub formă de oxid cupric 50—60%, relativ uşor atacabil, şi de 40—50% sub formă greu solubilizabilă (oxid cupros şi ferit de cupru).

Creşterea temperaturii peste 20°C a mărit viteza de filtrare, din cauza precipitării sub formă de cuaguli mari a silicei şi a hidroxidului de fier.

S-a studiat posibilitatea utilizării ca agent de clorurare a soluţiei obţinute la o tratare anterioară a zgurii. Pentru aceasta s-a tratat o probă de zgură cu acid clorhidric 17%, două ore, în raport solid : lichid de 1 : 4 (g : cm³), la 50°C. Soluţia obţinută după filtrare s-a utilizat la o nouă solubilizare a zgurii, în aceleaşi condiţii. Ideea a fost de a folosi ca agenţi de clorurare HCl rămas liber în soluţie şi clorura ferică. La analiza finală a soluţiei s-a obţinut o extracţie de 55,5% cupru şi 68% pentru zinc. Inconvenientul principal l-a constituit însă viteza foarte mică de filtrare, ceea ce a făcut practic imposibilă utilizarea soluţiei rezultate la o nouă solubilizare de zgură.

Solubilizarea cu acid clorhidric în pastă

Pentru mărirea randamentelor de extracţie ale cuprului şi zincului şi scăderea consumului de acid clorhidric s-a studiat solubilizarea zgurilor cu acid clorhidric, în raport solid : lichid = 1. Pentru aceasta, probele s-au tratat cu HCl 35%, în cantităţi variate, timpi diferiţi de reacţie. După aceea, şlamul obţinut s-a diluat cu apă, în raport apă : zgură = 5 şi s-a încălzit sub agitare, timp de o oră. Soluţiile rezultate după filtrare s-au analizat.

Influenţa raportului lichid : solid

O primă serie de încercări au fost făcute la un timp de reacţie de 72 ore, în diferite raporturi lichid : solid, urmate de fierbere cu apă timp de o oră şi agitare. Rezultatele acestor determinări sînt prezentate în figurile 5 şi 6.

Cuprul se extrage cu randament de 80% la un raport lichid : solid = 1, după care creşterea acestui raport nu mai influenţează extracţia. Extracţia zincului creşte liniar pînă la un raport lichid : solid de 1,25.

Influenţa timpului de solubilizare

Probele de zgură s-au tratat cu HCl 35%, în raport lichid : solid = 1, timpi diferiţi, apoi s-au diluat cu apă (lichid : solid = 5), s-au încălzit la fierbere, cu agitare. Rezultatele experimentărilor sînt prezentate în figurile 7 şi 8.

Extracţiile cele mai bune s-au înregistrat la un timp de reacţie de 24 ore, urmată de tratare cu apă la cald (aproximativ 90°C), sub agitare, o oră. Filtrarea a decurs foarte bine, deoarece la cald precipită silicea şi $Fe(OH)_3$ sub formă de cuaguli mari. După 72 ore de atac acid

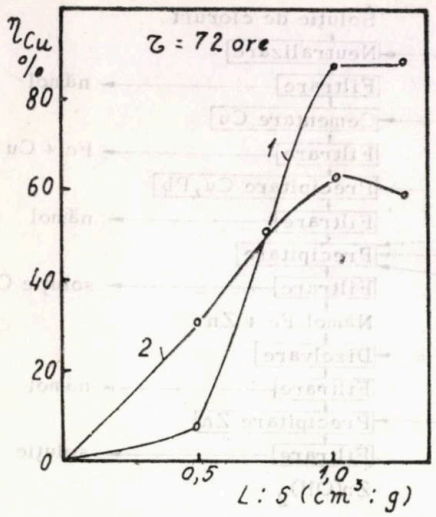


Fig. 5. Variaţia randamentului de extracţie a cuprului cu raportul lichid: solid: *1* — fierberea pastei obţinute cu 50 cm³ apă, o oră şi agitare; *2* — fără fierbere, solubilizare cu 50 cm³ apă la rece şi agitare.

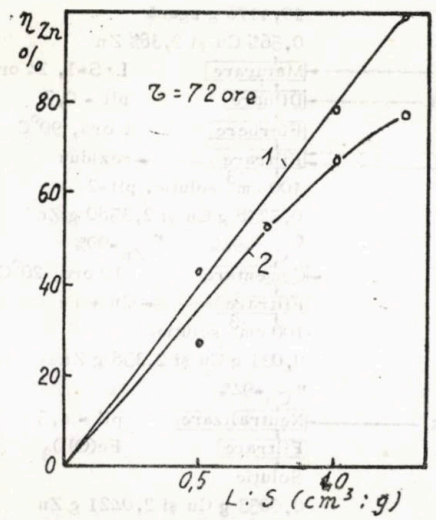


Fig. 6. Variaţia randamentului de extracţie a zincului cu raportul lichid: solid: *1* — fierberea pastei; *2* — diluarea pastei la 20°C.

se solubilizează aproape întreaga cantitate de fier din zgură, care la fierbere precipită ca amestec de hidroxizi feric şi feros. Hidroxidul feros, în special, colmatează porii materialului filtrant, mărind mult durata operaţiei de filtrare.

Influenţa temperaturii în faza de diluare cu apă

Pentru scăderea costurilor de producţie s-au făcut o serie de experimentrii de tratare a pastei cu apă la 20°C şi nu la 90°C, cu agitare sau nu. Diluarea cu apă la 20°C faţă de 90°C, timp de o oră, cu agitare, urmată de filtrarea soluţiei, a dus la scăderea randamentelor de extracţie ale cuprului şi zincului. Filtrarea reziduurilor a fost, de cele mai multe ori, anevoioasă, din cauza fierului bivalent şi a silicei coloidale.

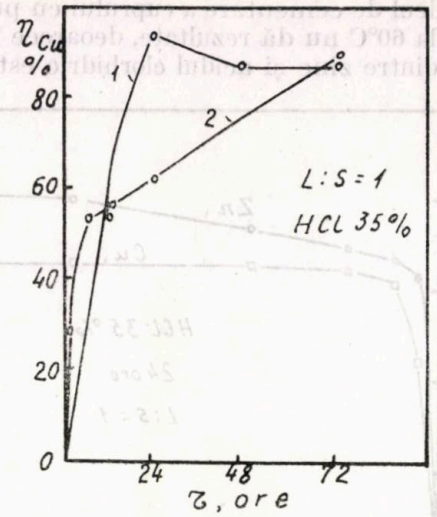


Fig. 7. Variaţia randamentului de extracţie a cuprului cu timpul: *1* — fierberea pastei cu apă, o oră; *2* — diluarea cu apă la 20°C şi agitare.

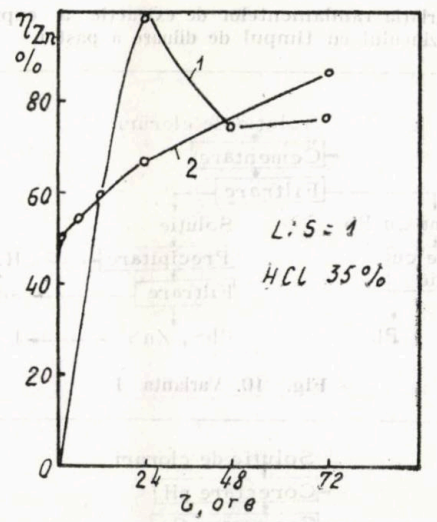


Fig. 8. Variaţia randamentului de extracţie a zincului cu timpul de reacţie: *1* — fierberea pastei cu apă, o oră şi agitare; *2* — tratare cu apă la 20°C şi agitare.

S-a testat o mărire a duratei de diluare cu apă la 20°C, în raport lichid : solid = 5 (cm³ : g). Probele de zgură au fost tratate cu HCl 35%, 24 ore şi apoi s-au diluat cu apă, timpi diferiţi, cu agitare (fig. 9). Randamentele de extracţie nu au depăşit 68% pentru cupru şi 81,9% pentru zinc, la un timp de 10 ore. Creşterile randamentelor la mărirea timpului de diluare peste 2 ore sînt de ordinul a cîteva procente, iar durata filtrării creşte, faţă de 1 oră.

Recuperarea metalelor din soluţie

Recuperarea metalelor din soluţiile de cloruri se poate realiza în mai multe variante tehnologice [1; 5; 6; 7] pe care le prezentăm în figurile 10, 11, 12 şi 13.

Procedeul de cementare a cuprului cu pulbere de zinc, la 60°C nu dă rezultate, deoarece viteza reacției dintre zinc și acidul clorhidric este mai

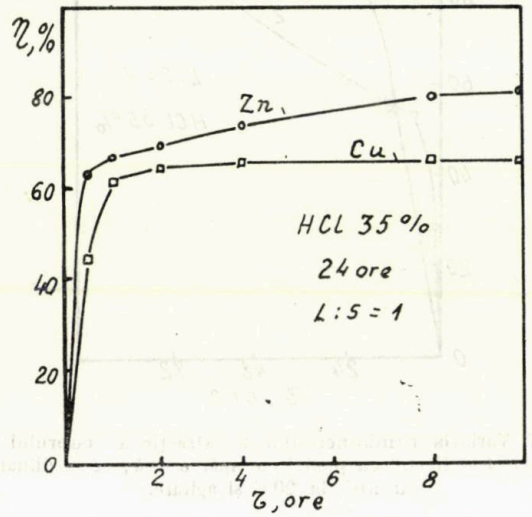


Fig. 9. Variația randamentelor de extracție a cuprului și zincului cu timpul de diluare a pastei.

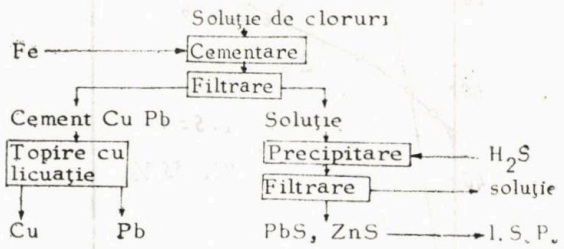


Fig. 10. Varianta I

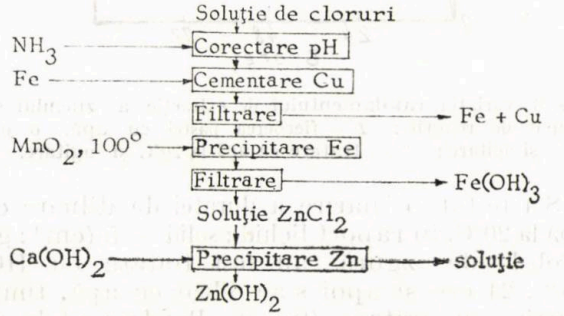


Fig. 11. Varianta a II-a.

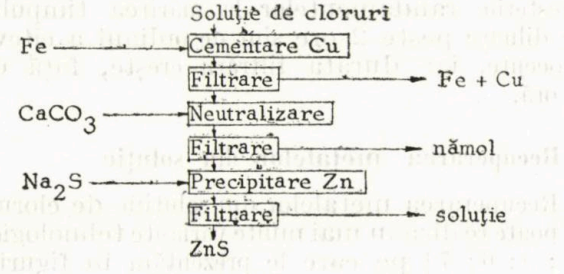


Fig. 12. Varianta a III-a.

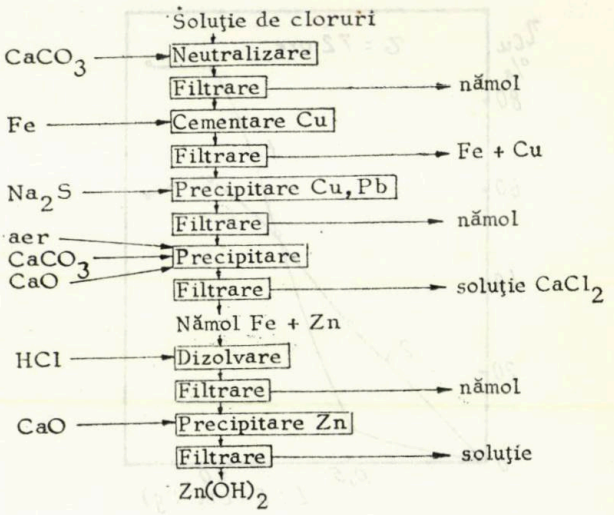


Fig. 13. Varianta a IV a.

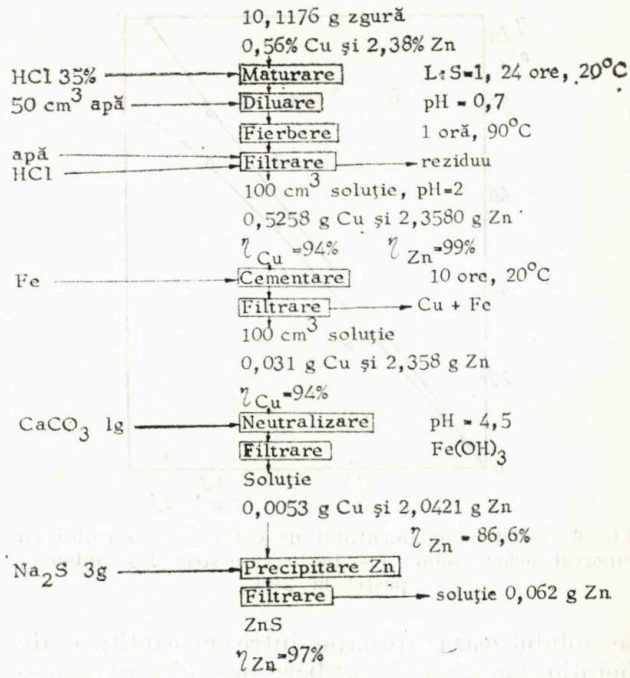


Fig. 14. Schema de ansamblu a procesului tehnologic.

mare decît viteza reacției de cementare. S-a studiat posibilitatea de cementare cu zinc la 20°C și s-a constatat că după 10 ore este cementat 98,7% din cuprul existent în soluție (raportul Zn : Cu a fost egal cu 4).

Dintre tehnologiile citate în literatură s-a studiat varianta a treia, care utilizează reactivi relativi ieftini, din producția internă.

Schema de ansamblu a procesului tehnologic este redată în figura 14.

Concluzii

Studiul experimental a demonstrat posibilitatea solubilizării zgurilor Outokumpu, răcite lent și flotate, prin tratare cu HCl 35%, în raportul lichid : solid = 1(1 : kg), 24 ore, la temperatura ambiantă, urmată de diluare cu apă, în raportul lichid : solid = 5, o oră la aproximativ 90°C. Randamentele de extracție ale cuprului și zincului au fost de 94 și respectiv 99%. Procedeul necesită un consum de acid clorhidric mai mic de două ori decît varianta de solubilizare cu HCl 17%, dar efort termic la diluare.

Faza din procesul tehnologic de recuperare a metalelor din soluțiile de cloruri necesită reactivi ieftini, este relativ simplă, dar impune un control riguros al p*H*-ului, pentru a evita coprecipitările.

Bibliografie

[1] Dobrescu, L., Gafton, A., Băloiu, L. M., Vișan, S. *Procese hidrometalurgice de prelucrare a materiilor prime cu conținuturi reduse de cupru, plumb și zinc.* Contract de cercetare A.S.E.—I.C.P.M.M.N. Baia Mare, 1975.

[2] Gerlach, J., Heinrich, F. Z. Erzgebau und Metallhute, nr. 1, 1967.

[3] Oprea, Fl. *Procedee speciale în metalurgia metalelor neferoase.* Ed. tehnică, București, 1975.

[4] Spiridonova. Țvet. metal., **43**, nr. 7, 1970.

[5] Denny, J. R. Krishnaswamy D.S., US —3457065, 1972.

[6] Levin, K. F., Mitrofanov, S. L. Tvet. metal., **43**, nr. 8, 1970.

[7] Dobrescu, L., Vișan, S., Iordăchescu, Gr., Socolescu, A., Gafton, A. Revista Mine, Petrol, Gaze, **30**, nr. 10, 1979.

Sinteza unor colectori aminici de flotație și utilizarea lor la flotația pegmatitului feldspatic de la Muntele Rece*

Dr. chim. **Gy. Farkas**, chim. **N. Katona** și ing. **S. Smaranda**
I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca

I. Introducere

Prepararea substanțelor nemetalifere, cu scopul valorificării superioare a acestora, este legată, în marea majoritate a cazurilor, de folosirea unor reactivi cu acțiune specifică în procesul de preparare, în special la flotație. Marea varietate a substanțelor nemetalifere și complexitatea lor în cadrul aceluiași zăcămînt impune folosirea, în procesele de preparare, a unui număr mare de reactivi chimici care pot fi clasificați după diverse criterii (natura chimică, domeniul de utilizare, rolul îndeplinit în procesul de preparare etc.). Una din acestea este clasa colectorilor de flotație de tip aminic.

Alegerea colectorilor de flotație s-a făcut în baza informațiilor literaturii de specialitate, din care reies următoarele.

1. Proprietățile chimice ale reactivului aminic colector par a avea importanță mai mare asupra procesului de adsorbție pe suprafața particulelor de subatanță nemetaliferă supusă flotației, decît starea suprafeței acesteia [1].

2. Flotabilitatea este legată de lungimea catenei alchilice și de compoziția chimică a amestecului de amine [2—4], influențînd astfel valoarea potențialului paralel cu efectul p*H*-ului.

3. Reactivul aminic se adsoarbe uniform pe suprafața particulelor de solid, modificînd natura acesteia [5] și, după un monostrat, la care flotabilitatea este maximă, aceasta se înrăutățește în cazul adsorbției în multistrat.

4. Aminele grase au o serie de avantaje, cum ar fi selectivitate bună, solubilitate bună a acetat- sau clorhidrataminelor, rezistența chimică în medii alcaline și acide, necorozivitatea etc. [6, 7].

5. Suprafața „activă" relativ mare — 50 Å² [8] a aminei grase, care permite utilizarea la flotație a unor dozaje reduse de astfel de colector.

Eficiența și selectivitatea colectorilor este determinată de capacitatea de adsorbție a aminei pe suprafața particulelor solide supuse flotației și de natura părții hidrofobe a colectorului de flotație.

La ruperea mecanică a cristalelor (rețelei cristaline), la măcinare se formează la suprafață orbitali de valență liberi. Această perturbare a simetriei valenței, care se observă prin apariția potențialului de suprafață, este redusă prin adsorbția colectorului aminic, care compensează parțial legătura de valență din rețeaua cristalină. Astfel are loc o rearanjare a configurației electronilor, care tinde să minimalizeze energia internă. Datorită polarizabilității electronilor de valență (de pe orbitali moleculari) și a perechii de electroni liberi ai atomului de

* Lucrarea a fost prezentată la Simpozionul „**Valorificarea substanțelor nemetalifere**, Cluj-Napoca, 26—28 nov. 1979.

azot din amină, precum și datorită hibridizării orbitalilor azotului, se diminuează perturbarea simetriei valențelor din substanța nemetaliferă. Se formează legături hibride care se caracterizează printr-o orientare spațială puternică, ce favorizează formarea stratului de amină cu proprietăți hidrofobe. Astfel moleculele din stratul de adsorbție sînt orientate [9]. Cînd dizolvantul este polar — cum este și apa, mediul de flotație —, moleculele adsorbite se orientează cu grupele polare spre acest dizolvant. Dar cum grupele polare din amină sînt adsorbite puternic pe suprafața silicatului, ea devine hidrofobă, partea nepolară a aminei fiind orientată către exterior. Adsorbția este proporțională cu numărul atomilor de carbon și crește cu lungimea catenei. Conform regulii lui Traube-Duclaux variația tensiunii superficiale σ a substanțelor chimice înrudite (serii omologe) în funcție de lungimea catenei hidrocarbonate este:

$$\frac{G_{n+1}}{G_n} = 3{,}2 \qquad G \approx \frac{d\sigma}{dC}$$

Această regulă este un efect al orientării moleculelor în stratul de adsorbție.

În cazul aminelor, parametrul Traube-Duclaux arată o anomalie [9]:

acizi grași, 3,2;
alcooli, 3,2;
esteri, 3,2;
amine, 11,6;
uretani, 1,8.

Datorită acestei anomalii, influența lungimii catenei nepolare este mai pronunțată la amine. Această comportare se poate explica cu creșterea energiei de adsorbție conform relației:

$$W = W_0 + 625 \cdot n$$

$$W_n = RT \cdot \ln \frac{C_s}{C_n}$$

unde:

W_0 este o constantă caracteristică fiecărei serii omoloage;
n — numărul de atomi de carbon din catenă;
C_s — concentrația stratului de adsorbție;
C_n — concentrație în mediu.

În cazul aminelor, valoarea W_0 este:

amină, + 600 kcal/mol;
amidă, — 510 kcal/mol;
acizi monobazici, + 437 kcal/mol.

Deci, pentru a asigura o adsorbție bună, amina trebuie să aibă catenă lungă și să nu conțină amide, care sînt produsele intermediare la sinteza nitrilului gras. De aici rezultă importanța deosebită a conducerii fazei de nitrilare pînă la transformarea totală a acidului gras în nitril. Tot prin valoarea negativă a lui W_0 pentru amide se explică și adsorbția slabă pe suprafața silicaților a amestecului de amină-nitril, bogat în nitril, în care caz, în mediul puternic acid, la flotație are loc hidroliza parțială a nitrilului în amidă. Într-adevăr, amestecul de amină-nitril s-a dovedit neselectiv la flotația feldspatului.

La adsorbția aminei are loc și modificarea potențialului de suprafață și structurii stratului dublu electric. Transferul de sarcini la interfața solid-lichid va modifica potențialul suprafeței conform relației [10]:

$$\psi = 0{,}058\,(pH_{PIN} - pH) \text{ volți la } 20°C$$

unde:

pH_{PIN} este pH-ul corespunzător potențialului de încărcări nule;
pH — pH-ul mediului,

și deplasează poziția nivelului Fermi de pe suprafața cristalului [10]. La adsorbția aminei, nivelul Fermi va crește (donor de electron), ceea ce va duce la scăderea capacității de adsorbție a suprafeței față de molecule donoare de electroni, datorită creșterii înălțimii barierei de potențial [11]. Astfel, adsorbția aminei va avea loc sub formă de monostrat, ceea ce este în concordanță cu observația lui Joy și Watson [6].

Din cele expuse rezultă că selectivitatea maximă va avea aminele cu catenă lungă, nepolară, lipsite de amide, în mediul acid cu pH redus.

Pe lîngă considerentele enumerate, reactivul trebuie să fie ieftin și să fie sintetizat din materii prime indigene de producție curentă.

Aceste condiții sînt satisfăcute de reactivii sintetizați: Flotamac D și Flotamac S, utilizați în mediul de HF și H_2SO_4 [12].

II. Sinteza reactivilor de flotație

La obținerea reactivilor s-au utilizat acizii grași de proveniență naturală [13, 14]. Cel mai selectiv s-a dovedit reactivul sintetizat din amestecul de acizi grași cu proprietățile prezentate în tabelul 1.

Sinteza reactivului de flotație s-a făcut în trei faze:

a — obținerea de nitrili grași;
b — hidrogenarea catalitică a nitrililor grași;
c — obținerea acetataminei — reactivul de flotație.

Tabelul 1

Reactivul de flotaţie	Caracteristicile acizilor graşi utilizaţi	
	Indice de aciditate mg KOH/g	Indicele de iod mg I/100 g
Flotamac D	183,7	38,6
Flotamac S	186	36,2

Reacţiile corespunzătoare acestor faze sînt următoarele:

$$R-COOH \xrightarrow{NH_3} R-COONH_4 \xrightarrow[-H_2O]{NH_3,\ T}$$

$$\longrightarrow R-CONH_2 \xrightarrow[-H_2O]{NH_3,\ T} R-C\equiv N$$

$$R-C\equiv N \xrightarrow{Ni-Ra,\ H_2} R-CH=NH \xrightarrow{Ni-Ra,\ H_2}$$

$$\longrightarrow R-CH_2-NH_2$$

$$R-CH_2-NH_2 \xrightarrow{CH_3-COOH} (R-CH_2-NH_3)^+ \cdot CH_3COO^-$$

Schema instalaţiei de sinteză este prezentată în figura 1.

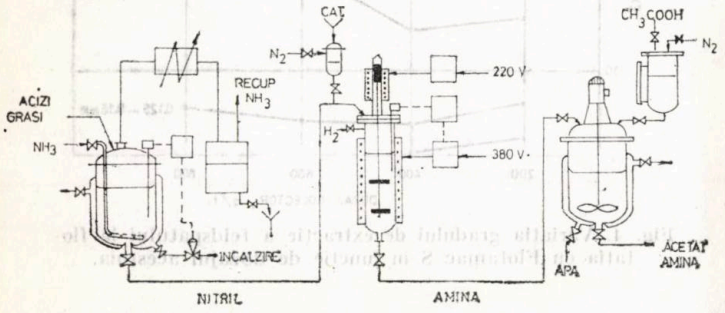


Fig. 1. Instalaţia de sinteză a reactivului de flotaţie.

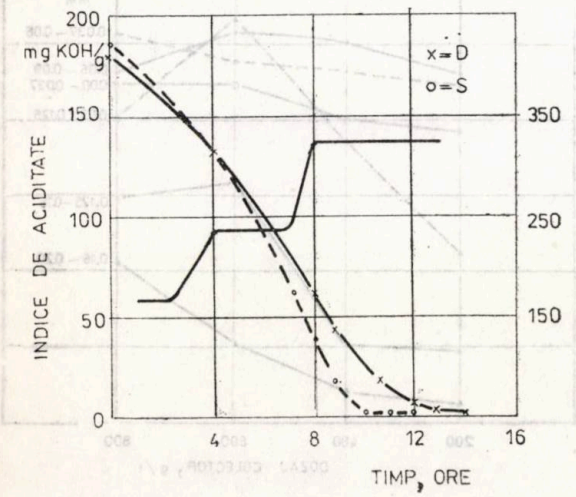


Fig. 2. Variaţia indicelui de aciditate şi a temperaturii la sinteza nitrilului gras.

La obţinerea nitrilului gras, mersul reacţiei s-a urmărit prin scăderea indicelui de aciditate şi prin măsurarea cantităţii de apă eliminată din amestecul de reacţie, antrenată de amoniacul gazos introdus în exces. Variaţia indicelui de aciditate şi a temperaturii pe parcursul sintezei sînt prezentate în diagrama din figura 2.

Hidrogenarea nitrilului gras s-a efectuat la temperatură cuprinsă între 110 şi 125°C, în prezenţa catalizatorului [15—18]. Ridicarea temperaturii peste 140—150°C şi lipsa amoniacului favorizează formarea aminelor secundare datorită reacţiei aminelor primare cu amina formată în prima fază a hidrogenării, dînd baze Schiff, care prin hidrogenare dau amina secundară [19], conform reacţiilor următoare:

$$R-CH=NH+R-CH_2-NH_2 \xrightarrow[-NH_3]{}$$

$$\longrightarrow R-CH=N-CH_2-R \xrightarrow{+H_2} (R-CH_2)_2NH$$

sau:

$$R-CH=NH+R-CH_2-NH_2 \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{R-CH-NH-CH_2-R}} \xrightarrow[-NH_3]{+H_2} (R-CH_2)_2NH$$

Din amestecul de reacţie, catalizatorul s-a îndepărtat prin filtrare, iar solventul — prin distilare în vid.

Prin procedeul descris s-au obţinut două amestecuri de amine grase (tab. 2). Din analiza datelor din tabel se poate constata o scădere uşoară a gradului de nesaturare, care se atribuie hidrogenării parţiale a legăturilor olefinice din catena nitrilului gras.

Tabelul 2

Amină	Conţinut de amine (primare şi secundare), %	Indicele de iod mg I_2/100 g
Flotam D	80,25	34,2
Flotam S	86,20	35,4

Din aminele brute, în faza a treia a sintezei, s-au preparat acetataminele respective, prin adăugarea, sub agitare intensă, a acidului acetic glacial în topitura de amine. Consumul de acid acetic glacial a fost 24—25 ml pentru 100 g amină brută. Reactivul de flotaţie obţinut s-a denumit: Flotamac D, respectiv Flotamac S, care au fost atestaţi în procesul de flotaţie.

III. Testarea reactivilor de flotație

Testarea reactivilor sintetizați s-a efectuat cu pegmatitul feldspatic Muntele Rece, selecționat în laborator și măcinat, cu compoziția prezentată în tabelul 3.

Tabelul 3

Component	%
Pierdere la calcinare	0,63
SiO_2	64,60
Al_2O_3	19,06
Fe_2O_3	0,10
CaO	0,81
MgO	0,07
K_2O	9,98
Na_2O	4,75

Prin măcinare și clasare volumetrică s-au obținut șapte clase granulometrice : 0,2—0,315 mm ; 0,16—0,2 mm ; 0,125—0,16 mm ; 0,09—0,125 mm ; 0,06—0,09 mm ; 0,037—0,06 mm ; 0—0,037 mm, care au servit ca probe pentru studierea flotabilității cu reactivi sintetizați, în comparație cu Armacflote P și Armac C, reactivi din import.

Capacitatea colectoare a reactivilor sintetizați s-a apreciat prin două metode :

- studierea flotabilității componenților minerali (feldspat și mică) într-o instalație de microflotație fără spumă — tub Hallimond (modificat) ;
- flotație clasică (laborator) cu mașină de flotație cu subaerație tip Denver D—12, urmărind extracția în substanță utilă și compoziția chimică a acesteia.

1. *Flotația feldspatului*

Capacitatea colectoare a reactivilor de flotație, față de feldspat, s-a stabilit prin determinarea extracției în greutate a acestui component la flotația în tub Hallimond modificat. Concentrația colectorului a fost modificată între 200 și 800 g/t. Variația gradului de extracție pentru diferite clase granulometrice la cei patru reactivi de flotație, în funcție de dozajul de colector, este prezentată în diagramele din figurile 2, 4, 5 și 6.

Se pot constata următoarele.

— Cele mai ridicate grade de extracție se pot realiza cu Armac C ; valoarea gradului de extracție variază între limite largi.

— Armacflote P prezintă capacitate mai scăzută de flotație a feldspatului ; gradul de extracție scade sensibil în domeniul particulelor mai grobe $> 0{,}09$ mm.

— Flotamac D asigură posibilitatea flotației feldspatului cu grad de extracție optim în limitele dimensiunii particulelor 0—0,125 mm,

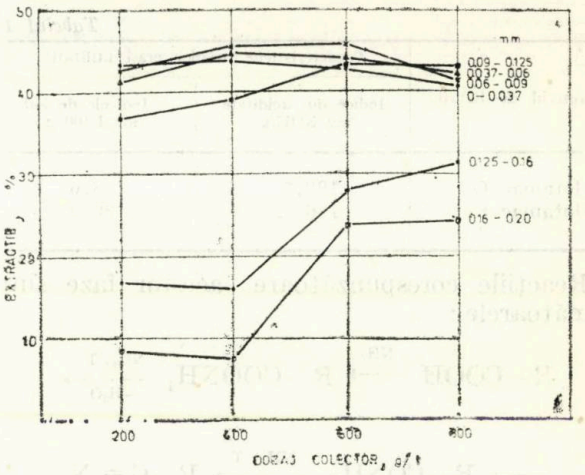


Fig. 3. Variația gradului de extracție a feldspatului la flotația cu Flotamac D în funcție de dozajul acestuia.

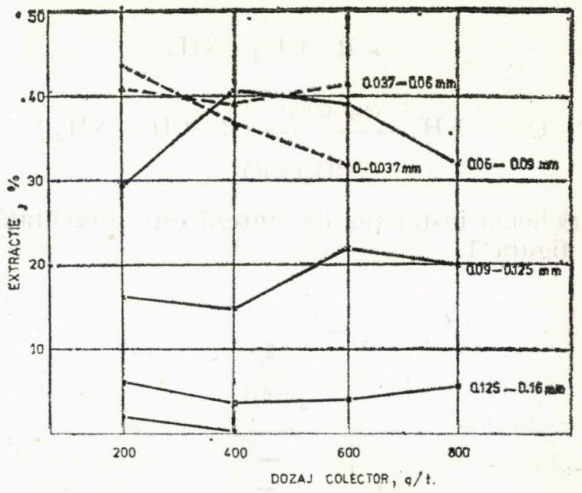


Fig. 4. Variația gradului de extracție a feldspatului la flotația cu Flotamac S în funcție de dozajul acestuia.

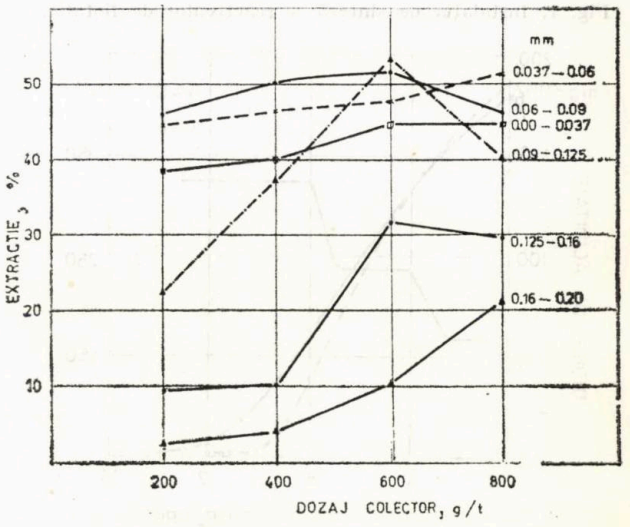


Fig. 5. Variația gradului de extracție a feldspatului la flotația cu Armac C în funcție de dozajul acestuia.

care se consideră domeniul optim al granulometriei.

— Flotamac S are capacitatea cea mai scăzută de colector.

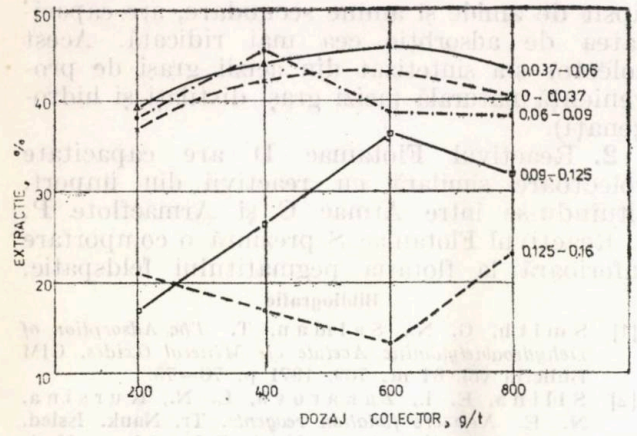


Fig. 6. Variația gradului de extracție a feldspatului la flotația cu Armacflote P în funcție de dozajul acestuia.

— Valorile maxime ale gradului de extracție se realizează la dozajele de 400—600 g/t de colector. Reprezentînd grafic variația gradului de extracție pentru feldspat la dozajele 400 și și 600 g/t, în funcție de dimensiunile medii ale particulelor flotate, se obțin diagramele din figurile 7 și 8.

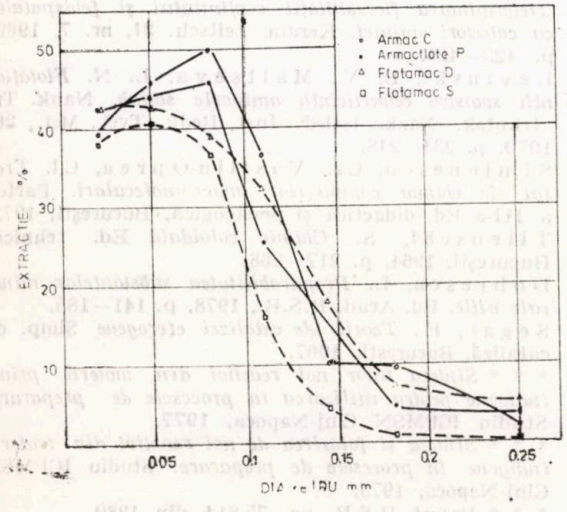


Fig. 7. Variația gradului de extracție a feldspatului în funcție de granulometrie pentru: Armac C, Flotamac D, Armacflote P și Flotamac S la dozajul de 400 g/t.

Se remarcă deplasarea poziției punctului maxim al gradului de extracție spre clase granulometrice cu dimensiunea particulelor mai mare pentru colectorii Flotamac D și Armac C și inverse pentru Armacflote P și Flotamac S, ultimul avînd grade de extracție mai mici la dozaj 600 g/t decît la 400 g/t.

S-a calculat gradul de extracție mediu pentru cei patru colectori și s-a reprezentat în funcție de dozajul reactivului la flotație (fig. 9).

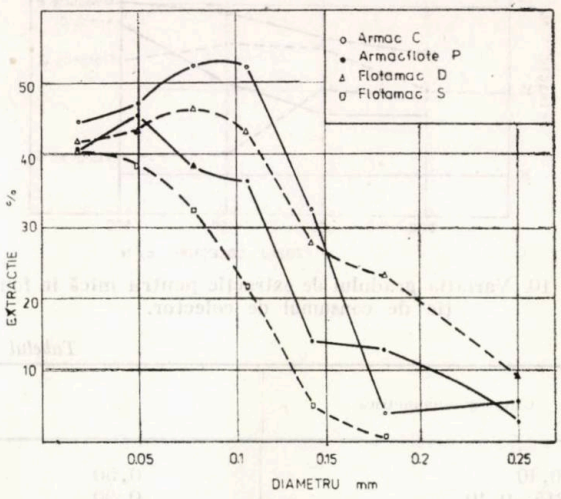


Fig. 8. Variația gradului de extracție a feldspatului în funcție de granulometrie pentru: Armac C, Flotamac D, Armacflote P și Flotamac S la dozajul de 600 g/t.

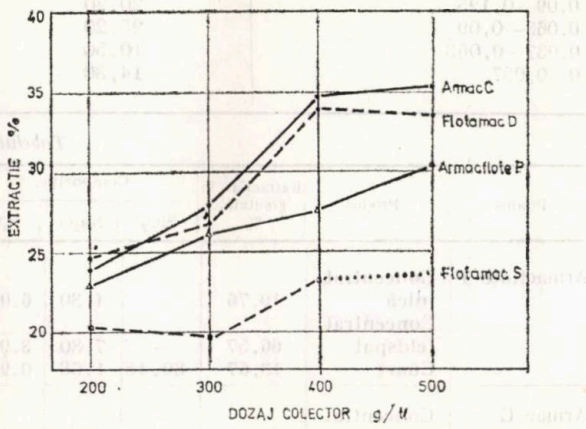


Fig. 9. Variația gradului mediu de extracție pentru feldspat în funcție de dozaj.

Capacitatea colectoare a reactivilor Flotamac D, Armac C și Armacflote P este asemănătoare, Flotamac S avînd această capacitate mai slabă. Colectorul Flotamac D se situează între Armac C și Armacflote P.

2. *Flotația micei*

Stabilirea capacității colectoare a reactivilor sintetizați față de mică a fost studiată pe o fracțiune granulometrică cu dimensiunea medie de 0,09—0,125 mm.

Rezultatele încercărilor sînt prezentate în figura 10.

Ordinea eficacității colectorilor este Armacflote P, Flotamac D, Armac C și Flotamac S.

Încercările de flotație efectuate pe o probă de pegmatit feldspatic de Muntele Rece, cu compoziția granulometrică prezentată în tabelul 4, au fost executate într-o mașină de flotație cu subaerație tip Denver D—12.

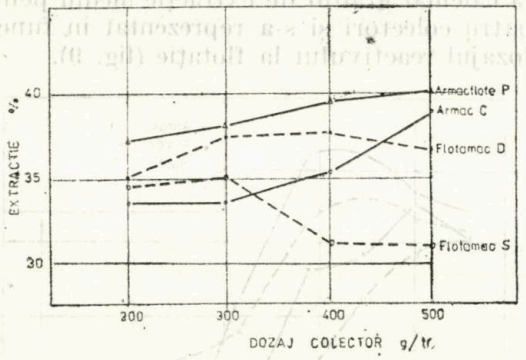


Fig. 10. Variaţia gradului de extracţie pentru mică în funcţie de consumul de colector.

Tabelul 4

Clasa granulometrică	%
+ 0,40	0,50
0,315—0,40	0,30
0,25—0,315	1,50
0,20—0,25	3,50
0,016—0,20	7,70
0,125—0,16	16,30
0,09—0,125	20,20
0,063—0,09	25,20
0,037—0,063	10,50
0—0,037	14,30

Tabelul 5

Produs	Produs	Extracţia în greutate, %	Compoziţie, %		
			SiO_2	Na_2O	K_2O
Armacflote P	Concentrat mică	19,76	—	4,30	6,00
	Concentrat feldspat	66,57	—	7,80	3,90
	Cuarţ	13,67	89,45	1,68	0,90
Armac C	Concentrat mică	20,30	—	4,10	6,20
	Concentrat feldspat	72,84	—	7,20	3,70
	Cuarţ	6,86	95,28	0,80	0,50
Flotamac D	Concentrat mică	14,75	—	3,50	7,20
	Concentrat feldspat	72,86	—	7,60	4,00
	Cuarţ	12,39	92,77	1,20	0,60

Din analiza comparativă a rezultatelor obţinute şi prezentate în tabelul 5, reies următoarele.

● Extracţiile în greutate pentru concentratul de mică sînt apropiate pentru Armac C şi Armacflote P (19,76—20,30%) şi Flotamac D (14,75%). Suma alcaliilor este similară în toate cazurile.

● La flotaţia feldspatului gradul de extracţie mai scăzut s-a obţinut cu Armacflote P, dar cu conţinut cel mai ridicat de alcalii. Ceilalţi reactivi au performanţe similare.

● Separarea feldspat-cuarţ este mai selectivă în cazul colectorului Armac C (conţinut SiO_2 = 95,25% în concentrat cuarţ cu alcalii 1,3%) urmat de Flotamac D (92,77% respectiv 1,8%).

Concluzii

1. Colectorul aminic cu catenă $C_{14}—C_{18}$, lipsit de amide şi amine secundare, are capacitatea de adsorbţie cea mai ridicată. Acest colector s-a sintetizat din acizii graşi de provenienţă naturală (acizi graşi distilaţi şi hidrogenaţi).

2. Reactivul Flotamac D are capacitate colectoare similară cu reactivii din import, situîndu-se între Armac C şi Armacflote P.

Reactivul Flotamac S prezintă o comportare inferioară la flotaţia pegmatitului feldspatic.

Bibliografie

[1] Smith, G. N., Salman, T. *The Adsorption of Dehydroabietylamine Acetate on Mineral Oxides.* CIM Bulletin vol. 64 nr. 709, 1971 p. 70—75.

[2] Silina, E. I., Zaharova, L. N., Kursina, N. E. *New ore flotation reagents.* Tr. Nauk. Issled. Proekt. Inst. Obog. Mech. Obrob. Polez. Iskop. „Uralmechanobr", **16**, 1969, p. 158—162.

[3] Sandvik, K. L., Solbakken, A. *Adsorbtion of long chain fatty amines onto quartz.* Nord. Symp. Grae-kemi Fortryk. Foredr. 3-rd, vol. R, 1967, p. 10—14 CA. 74—68 111 v, 4911 y.

[4] Rikov, K. E., Rikova, I. S. *Action of alkylamines during quartz flotation.* Fiz.chim. Osn. Kompl. Pererab. Rud. Srednei Azii. 1970 p. 276—280. CA 75—131. 984. v.

[5] Cossa, B. *Caracterizarea generală şi procedeul pentru utilizarea acetataminei alifatice în soluţii apoase la flotaţia mineralelor.* Oli Grassi Deriv. vol. 7, nr. 2, 1971, p. 13—15.

[6] Tröndle, H. M., Clement, M., Brehler, B. *Determinarea flotabilităţii caolinitului şi feldspatului cu colectori aminici.* Keram. Zeitsch. **21**, nr. 7, 1969, p. 423—426.

[7] Levinski, B. V., Maltşeva, L. N. *Flotaţionih svoistvo cetverticinih aminovie soliah.* Nauk. Tr. Irkutsk. Nauk. Issled. Inst. Redk. Tvet. Met., **20**, 1970, p. 234—248.

[8] Simionescu, Cr., Vasiliu-Oprea, Cl. *Tratat de chimia compuşilor macromoleculari.* Partea a III-a Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1973.

[9] Tilenschi, S. *Chimie coloidală* Ed. tehnică, Bucureşti, 1964, p. 217—268.

[10] Dobrescu, L. *Preparabilitatea substanţelor minerale utile.* Ed. Acad. R.S.R., 1978, p. 141—185.

[11] Segal, E. *Teorii ale catalizei eterogene* Simp. de cataliză, Bucureşti, 1967.

[12] * * * *Sinteza unor noi reactivi din materii prime indigene pentru utilizarea în procesele de preparare.* Studiu ICPMSN Cluj-Napoca, 1977.

[13] * * * *Sinteza şi folosirea de noi reactivi din materii indigene în procesele de preparare.* Studiu ICPMSN Cluj-Napoca, 1975.

[14] * * * Brevet R.S.R. nr. 75.814 din 1980.

[15] Wagner, R. B., Zook, H. D. *Synthetic organic chemistry.* John Wiley Inc. New-York, 1956, p. 650—661.

[16] Tutunikov, N. B. ş.a. *Reduction of aliphatic nitriles on promoted nickel catalysts.* Chim. Prom. vol. 47, nr. 6, 1971, p. 415—417. CA 75—76.057 t.

[17] Basov, A. S. ş.a. *Sintez alifaticeskih aminov pri amonoliz i ghidrivovanie s katalizatorom Al—Ni—Ti.* Neftepereveb. neftechim. 11, 1970, p. 15—17.

[18] Novak, D., Jerzykiewicz, W. *Obţinerea aminelor din nitrili alifatici* Przem. Chem. vol. 49, nr. 11, 1970, p. 664—668.

[19] Neniţescu, C. D. *Chimie organică.* Vol. I, Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1980, p. 555—556.

Mînerul elastic—mijloc eficient de reducere a parametrilor vibraţiilor provocate de ciocanul perforator în minerit

Fiz. C. Szanto
Institutul de igienă şi sănătate publică Cluj-Napoca

În industrie, sursele cele mai frecvente de vibraţii sînt instalaţiile pneumatice. Mineritul, ca ramură industrială, foloseşte frecvent utilaje care funcţionează cu ajutorul aerului comprimat (ciocane perforatoare, încărcătoare, ventilatoare). La ciocanele perforatoare moderne, în întreaga lume parametrii vibraţiilor depăşesc cu mult prevederile normelor de protecţia muncii.

Din acest motiv, în toate ţările în care se folosesc şi, mai ales, în întreprinderile constructoare, se fac cercetări [2 ; 5 ; 6 ; 7] în vederea găsirii celor mai eficiente mijloace tehnice, pentru reducerea parametrilor vibraţiilor şi, prin aceasta, a efectelor nocive ale trepidaţiilor asupra organismului (maladia profesională — fenomenul Raynaud).

Căile şi metodele de reducere a vibraţiilor ciocanelor perforatoare pot fi foarte multe [2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7], însă din cercetările şi încercările de pînă acum rezultă că din multitudinea de căi şi soluţii posibile este extrem de greu de aplicat soluţia menită să rezolve în practică problema.

În ţara noastră, cercetările în domeniul reducerii trepidaţiilor la ciocanul perforator au început de mai mulţi ani. Rezultatele de pînă acum [2 ; 3], asemănătoare celor obţinute în ţările cu tradiţie în acest domeniu, n-au condus la o micşorare importantă a parametrilor trepidaţiilor, fără afectarea a cel puţin unuia dintre parametrii : randamentul perforatorului, echilibrul dinamic, greutatea utilajului, rezistenţa în exploatare, uşurinţa în montare, gradul de confort etc.

Scopul lucrării de faţă este de a demonstra îmbunătăţirea parametrilor vibraţiilor în condiţii de exploatare efectivă, a unui mîner vibroamortizor, proiectat şi confecţionat la Institutul de cercetări pentru protecţia muncii din Bucureşti, comparativ cu rezultatele obţinute pe mînerul standard al ciocanului perforator P—90. Prin aceasta dorim să contribuim la generalizarea mînerului elastic şi, de asemenea, la prevenirea sau întîrzierea cu mai mulţi ani a apariţiei patologiei profesionale provocate de vibraţii (fenomenul Raynaud), subliniind calităţile acestui tip de mîner.

Metodă şi aparatură

Vibraţiile ciocanelor perforatoare tip P—90 s-au determinat într-o mină de metale neferoase, în condiţii de exploatare, cu ajutorul unui accelerometru tip 4332 S, conectat la sonometrul 2203 cu filtru de octavă 1613, prin intermediul integratorului ZR—0020, tip Brüel-Kjaer. Vibraţiile s-au determinat pe benzile de octavă de 31 ; 63 ; 125 ; 250 ; 500 şi 1 000 de Hz, valori caracteristice parametrilor vibraţiilor produse de ciocanele perforatoare echipate alternativ cu mînere standard (metalice) şi cu mînere elastice confecţionate din moldotan. Dintre parametrii vibraţiilor determinaţi pe benzi de octave conform recomandării I.S.O., acceleraţia este parametrul ales pentru analiza de frecvenţă a trepidaţiilor.

Trepidaţiile s-au urmărit în direcţia principală de acţiune a recului lui X şi în direcţia verticală Y — componentă importantă cu influenţă negativă asupra organismului expus [9].

Prin intermediul mînerului ciocanului perforator, minerul este expus local acestor oscilaţii mecanice, oscilaţii ce se propagă spre interiorul corpului pe traseul mînă-cot-umăr. Urmărirea s-a făcut pe faţa dorsală a mîinii şi pe cot, unde s-a putut fixa accelerometrul, în condiţii bune, cu ajutorul unor benzi de cauciuc.

Cu privire la calităţile mînerului au fost interogaţi 93 de mineri.

Rezultate şi discuţii

Spectrul de frecvenţă a acceleraţiei trepidaţiilor mînerului metalic, în comparaţie cu cel măsurat pe mînerul elastic (fig. 1), arată valori de 5—9 ori mai mari, în direcţia recului ciocanului perforator. Acceleraţiile pe benzile de octavă de 31 ; 63 ; 125 ; 250 ; 500 şi 1 000 Hz, pe traseul mînă-cot, s-au micşorat de numai 2,5 ori pe mînă şi de 0,5—10 ori pe cot. Diferenţe maxime s-au înregistrat pe benzile de frecvenţă de 125 Hz, atît pe mînă, cît şi pe cot. Aceasta arată că vibraţiile din banda de frecvenţă de 125 Hz, considerate de Hyvarinen [6] cu nocivitate maximă pentru organism, se micşorează de 5, respectiv 10 ori.

Dacă în timpul determinărilor presiunea aerului comprimat (5,6 atm), lungimea tijei (1,55 m), temperatura aerului (18°C) au rămas constante, ciocanul perforator şi mînerul neschimbate, atunci numai duritatea rocii, deci viteza de perforare, poate schimba durata perforării. Spectrele de frecvenţă ale acceleraţiilor celor două mînere, montate consecutiv pe ciocanul perforator, reprezentate în figura 2, demonstrează că mînerul elastic este cu atît

mai eficient, cu cît duritatea rocii crește, deci viteza de perforare scade. Ancheta făcută în rîndul minerilor care au lucrat cu asemenea

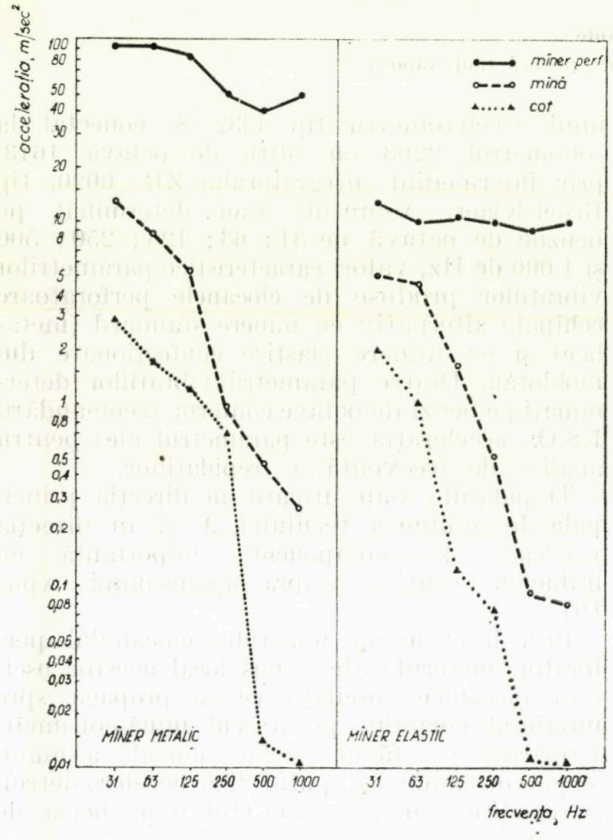


Fig. 1. Spectrul de frecvență a accelerației vibrațiilor la cele două tipuri de mînere ale perforatorului P—90 și pe traseul de pătrundere în organism: mînă-cot.

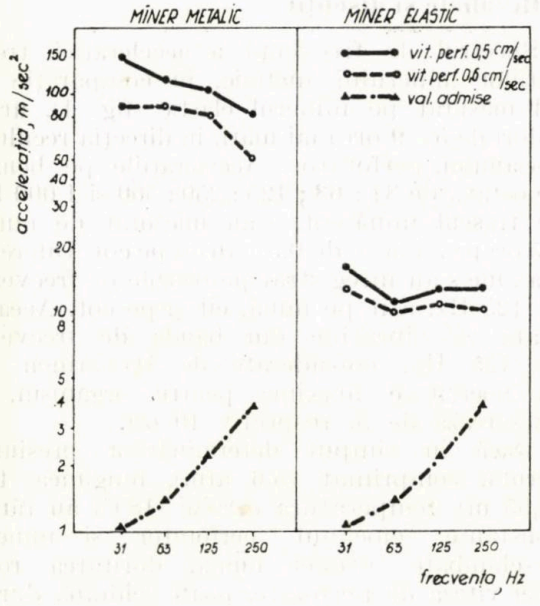


Fig. 2. Spectrul de frecvență a accelerației vibrațiilor la cele două tipuri de mînere ale ciocanului perforator, în funcție de viteza de perforare (deci duritatea rocii), în comparație cu valorile admise de Normele Republicane de Protecția Muncii - 1975.

mînere elastice scoate în evidență, în mod special, această proprietate — reducerea mai mare a vibrațiilor la roca mai dură — prin faptul că 92% din cei întrebați au relatat acest lucru chiar fără a fi întrebați în acest sens.

Normele Republicane de Protecția Muncii referitoare la vibrații [1], reprezentate tot pe figura 2, în condițiile arătate, au fost depășite și în cazul folosirii mînerului elastic, depășiri care s-au micșorat cu circa 50% față de cele măsurate pe mînerul metalic.

În timpul perforării, coloana pneumatică aplică forța de avans perforatorului. Pe măsura înaintării sfredelului (tijei), unghiul de înclinare a coloanei, față de orizontală, se micșorează și accelerația trepidațiilor se micșorează [4]. Această micșorare se produce mai accentuat în cazul folosirii mînerului elastic, cu precădere la frecvențe de 31 ; 63 ; 125 Hz (fig. 3).

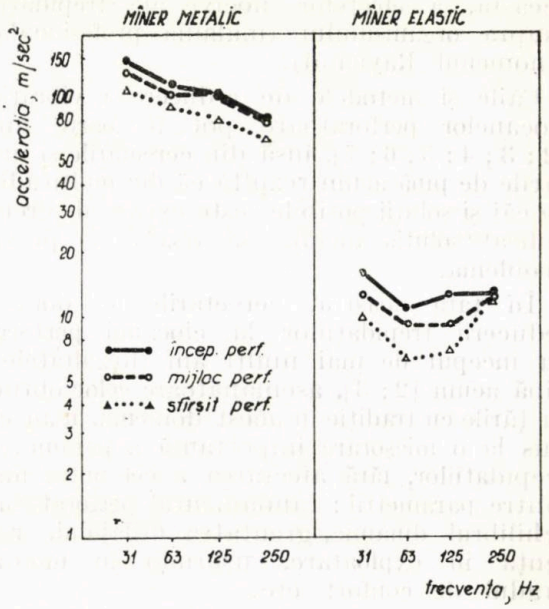


Fig. 3. Spectrul de frecvență a accelerației vibrațiilor la cele două tipuri de mînere ale ciocanului perforator, în funcție de înaintarea sfredelului în rocă (începutul-mijlocul-sfîrșitul perforării).

Rezultatele măsurătorilor în direcția verticală Y, față de axa ciocanului perforator (fig. 4), au prezentat pe mînerul metalic un spectru de frecvență a trepidațiilor mai scăzut cu circa 2 ori față de direcția reculului X. Același ciocan perforator, echipat cu mîner elastic, în direcția verticală prezenta, față de direcția X, accelerații mai scăzute cu circa 2 ori la 31 și 125 Hz, în schimb la 63 Hz valorile erau de circa 5 ori mai scăzute în direcția Y. În banda de 250 Hz, deci la frecvențe mai înalte de vibrații, accelerațiile în direcția Y atingeau și chiar depășeau pe cele din direcția X. Acest fenomen explică diferențele mai mici între valorile

accelerațiilor pe mînă și cot de pe cele 2 tipuri de mînere (fig. 1), la frecvențele mai mari de 250 Hz, mîna preluînd vibrațiile, atît din direcția X, cît și din direcția Y.

Din ancheta efectuată a reieșit că 60% din cei interogați au lucrat 2—12 luni cu mînerele

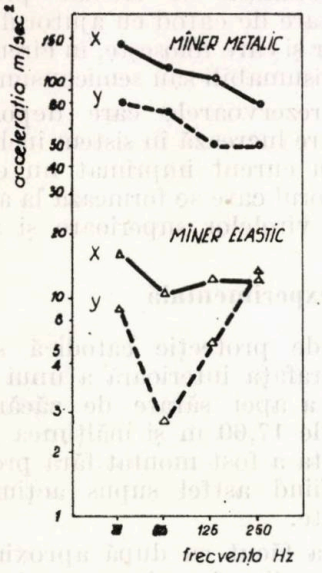


Fig. 4. Spectrul de frecvență a accelerațiilor vibrațiilor la cele două tipuri de mînere ale perforatorului în direcția principală de acțiune, direcția reculului X, și în direcția verticală față de această direcție — direcția Y.

elastice. Toți cei interogați, care au beneficiat de asemenea mînere (56 de mineri), erau mulțumiți de calitățile vibroamortizoare ale minerului și toți susțineau că sînt reci în condiții de muncă umede sau temperaturi scăzute. Această ultimă remarcă este un argument adițional important în scopul generalizării, știut fiind că fenomenul Raynaud profesional poate fi declanșat de temperaturi scăzute și agravat de acțiunea concomitentă a trepidațiilor și a microclimatului rece din unele mine [10 ; 11].

Circa 80% din cei anchetați au declarat că mînerele elastice sînt mai ușoare și mai simplu de montat. Toți beneficiarii au remarcat un confort considerabil crescut față de cele metalice. Mînerul din moldotan nu afectează randamentul și echilibrul dinamic al perforatorului, prezentînd o rezistență mare în timpul exploatării.

În concluzie, propunem generalizarea acestui tip de mîner vibroamortizor, ca urmare a măsurătorilor de vibrații efectuate și a aprecierilor rezultate din ancheta celor ce lucrează cu ele. Răspîndirea în industria minieră a mînerului elastic ar putea să reducă simțitor frecvența tuturor reacțiilor dureroase vasculare periferice, în primul rînd spasmul vascular la nivelul mîinilor și prevenirea fenomenului Raynaud profesional la mineri.

Mînerul a fost proiectat și realizat de colectivul condus de dr. ing. *Darabont A.* de la Institutul de cercetări științifice de protecția muncii din București.

Bibliografie

[1] * * * *Norme Republicane de Protecția Muncii*, 1975.

[2] Alexandrov, E. V. ș.a. *Măsuri de combatere a vibrațiilor la perforatoare manuale*. Ugoli, 1971, p. 42.

[3] Constantinescu, I., Darabont, A. *Combaterea vibrațiilor la perforatoarele percutante*. Revista Minelor, vol. 18, nr. 4, 1967, p. 165.

[4] Darabont, A. *Prevenirea și combaterea zgomotului în industria minieră*. Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei, Oficiul de documentare și publicații tehnice, București, 1973.

[5] Herzog, H. ș.a. *Influența diferiților factori asupra reculului la un ciocan de impact tip Schmidt*. Bergakademie, vol. 21, nr. 12, 1963, p. 722.

[6] Hyvarinen, J. ș.a. *Frecvența și amplitudinea vibrațiilor în etiologia bolii vasospastice traumatice*. Lancet, 1973, p. 791.

[7] Murtoch, L. T. *Sistem de protejare a mîinii la perforatoare*. Canadian Mining Journal, vol. 89, nr. 9, 1968, p. 63.

[8] Ossian, A. ș.a. *Frecvența fenomenului Raynaud în industria extractivă a minereurilor*. Igiena, vol. 28, nr. 4, 1979, p. 307.

[9] Palmgren, H. *Utilizarea cauciucului în industria minieră*. Mining Magazin, vol. 124, nr. 4, 1971, p. 293.

[10] Pyykkö, I. *Schimbări în tonusul simpatic vasomotor produse de vibrații*. Acta Chirurgica Scandinavica, Supplement 465, 1977, p. 23.

[11] Szanto, C. *Studiul variației parametrilor care caracterizează trepidațiile unui ciocan perforator*. Mine, Petrol și Gaze, vol. 31, nr. 7, 1980, p. 334.

Protecţia catodică la rezervoare pentru apa sărată de zăcămînt

Ing. **Gh. Beizadea**
ICECHIM — Centrul de chimie fizică

Introducere

Rezervoarele metalice din industria petrolieră sînt supuse la coroziune, atît în exterior cît şi în interior.

În exterior, rezervoarele se corodează sub acţiunea atmosferei şi a solului. Protecţia împotriva coroziunii atmosferice se realizează folosind straturi protectoare, iar protecţia împotriva solului se realizează prin folosirea de învelişuri din bitum sau alte materiale şi prin protecţie catodică.

Coroziunea la interior se observă, în principal, la următoarele tipuri de rezervoare:

— rezervoare de depozitare a ţiţeiului brut;
— rezervoare de depozitare a ţiţeiului curat;
— rezervoare de depozitare a apei de zăcămînt;
— rezervoare de depozitare a produselor petroliere.

La toate aceste rezervoare, agentul corosiv principal este apa de zăcămînt a cărei acţiune corosivă se localizează, în special, la serpentine, la fundul rezervorului şi la virola inferioară. În cazul produselor distilate, agentul corosiv este umiditatea conţinută în produs. Coroziunea este mult amplificată şi de prezenţa bacteriilor şi, în special, a celor reducătoare de sulfaţi. Ele îşi găsesc loc, de obicei, pe fundul rezervoarelor.

Avînd în vedere cele de mai sus, se poate preciza că sînt supuse coroziunii puternice vasele spălătoare şi cele de depozitare a apei de zăcămînt, urmînd în ordine descrescătoare rezervoarele de depozitare a ţiţeiului brut, rezervoarele de depozitare a ţiţeiului curat şi, în fine, rezervoarele de depozitare a produselor petroliere [1].

În funcţie de natura produselor depozitate şi mijloacele de protecţie anticorozivă vor fi diferite. De exemplu, în cazul rezervoarelor cu produse a căror conductibilitate electrică este foarte mică, protecţia de bază o constituie acoperirile sau protecţia prin inhibitori.

Rezervoarele care conţin apă de zăcămînt se pot proteja prin protecţie catodică sau printr-un sistem combinat: protecţie catodică şi protecţie prin pelicule organice rezistente la acţiunea apei sărate.

Protecţia catodică se poate realiza, fie cu anozi solubili, fie cu curent imprimat [1; 2; 3].

În primul caz, metalul ce trebuie protejat este cuplat electric cu un metal mai electronegativ care, de obicei, constă din zinc de mare puritate [4; 5].

În cazul protecţiei catodice cu curent imprimat, instalaţia ce trebuie protejată este adusă în stare de catod cu ajutorul unui curent din exterior şi care foloseşte, în circuitul electric, anozi neconsumabili sau semiconsumabili [6; 7].

Pentru rezervoarele care depozitează apă sărată şi care lucrează în sistem închis, protecţia catodică cu curent imprimat nu este indicată deoarece clorul care se formează la anod măreşte coroziunea virolelor superioare şi a capacului.

Partea experimentală

Studiul de protecţie catodică s-a efectuat pentru suprafaţa interioară a unui rezervor de depozitare a apei sărate de zăcămînt, avînd diametrul de 17,60 m şi înălţimea de 10,50 m. Iniţial acesta a fost montat fără protecţia anticorozivă, fiind astfel supus acţiunii corosive a apei sărate.

Aceasta a făcut ca după aproximativ 5 ani să fie scos din funcţiune pentru reparaţii, înlocuind fundul deja corodat.

După aceste reparaţii s-a protejat catodic cu anozi de zinc, atît fundul, cît şi virola inferioară.

S-a renunţat la protecţia celorlalte virole întrucît apa conţinea o peliculă de ţiţei, care, în urma umplerii şi golirii repetate a rezervorului, s-a depus pe pereţi sub forma unui strat impermeabil, protector.

Curentul de coroziune, pe baza căruia s-a calculat cantitatea de zinc necesară protecţiei, s-a determinat prin metoda curbelor de polarizare, folosindu-se montajul din figura 1.

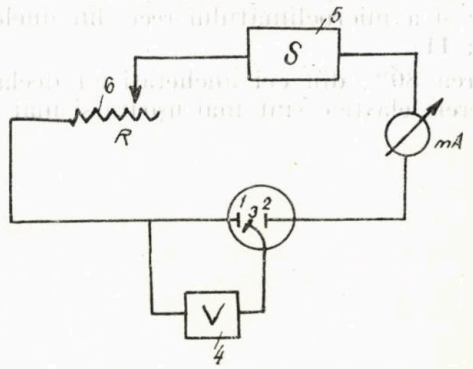


Fig. 1. Schema electrică a instalaţiei pentru determinări intensiostatice:
1 — electrod de lucru (OL—37); *2* — electrod de platină; *3* — electrod de referinţă; *4* — voltmetru electronic; *5* — sursă de curent continuu; *6* — rezistenţă variabilă.

Determinările s-au efectuat într-o celulă electrochimică unicompartimentată în care s-a plasat electrodul de lucru, electrodul auxiliar de platină și capilara Haber-Luggin, care realizează joncțiunea la electrodul saturat de calomel folosit ca electrod de referință.

Electrolitul a constat din apa sărată colectată din rezervorul respectiv și a cărui compoziție este dată în tabelul 1.

Electrodul de lucru, de formă cilindrică cu o suprafață de 3,20 cm², a fost confecționat din oțel OL–37 pregătit anterior fiecărei determinări, prin șelfuire pe hîrtie metalografică, degresare în benzen și spălare în acetonă.

Tabelul 1

Compoziția apei de zăcămînt, mg/l

NaCl	$Ca(HCO_3)_2$	$MgHCO_3$	$CaCl_2$	$MgCl_2$	Gaze dizolvate		
					O_2	H_2S	CO_2 liber
74862	489,24	543,60	978,4	2 961	2,91	4,67	105,6

Curbele de polarizare trasate pentru domeniul anodic și catodic au demonstrat că procesul de coroziune al oțelului-carbon, în mediu electrolitic considerat, se desfășoară sub controlul catodic al reducerii ionului de oxigen. În consecință, viteza de coroziune s-a apreciat din curba de polarizare catodică, găsindu-se valoarea de 80 mA/m², așa cum se poate observa din figura 2.

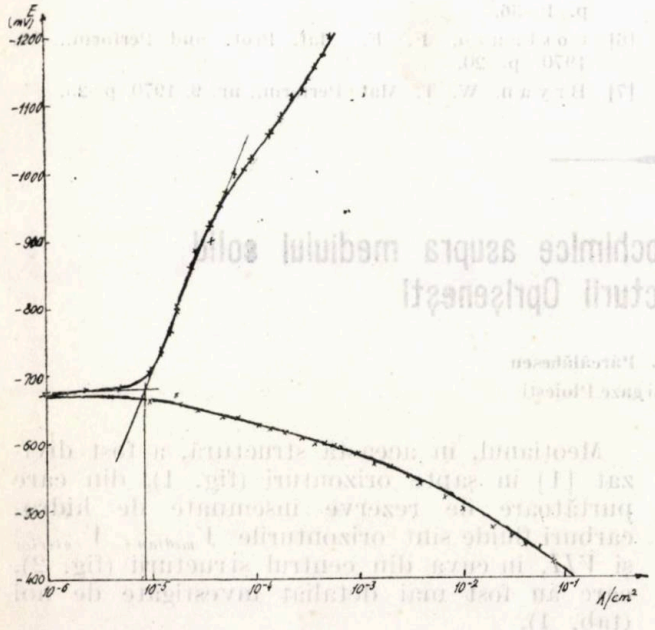


Fig. 2. Curbe de polarizare intensistatică pentru coroziunea oțelului-carbon în apă sărată de zăcămînt

Cantitatea de zinc necesară protecției s-a calculat după relația:

$$P = kit = kq \qquad (1)$$

unde:

P este cantitatea de zinc consumată, g;
k — echivalent electrochimic $= 1{,}036 \cdot 10^{-3} \cdot m$;
m — echivalent chimic (pentru Zn = 31 g;
i — intensitatea curentului, A;
t — timpul, s.

S-a găsit astfel că pentru protecția interioară a fundului, cu o suprafață de 250 m², și a virolei, cu o suprafață de 83 m², este necesară o cantitate de 380 kg, respectiv 125 kg zinc, care asigură protecția pentru minimum 1,5 ani, în condițiile unei exploatări neîntrerupte și a unei suprafețe metalice neprotejate cu sisteme peliculogene.

Este știut că pentru o suprafață metalică protejată cu sisteme peliculogene, necesarul de curent pentru protecție catodică este mult mai scăzut și, în consecință, durata de funcționare a anozilor crește.

La cantitatea de zinc calculată s-a adăugat încă un procent de 25 %, întrucît un anod debitează curentul necesar protecției numai pînă ce se consumă aproximativ 75 %.

De asemenea, durata de funcționare, de 1,5 ani, este minimă întrucît s-a calculat pentru un curent maxim de coroziune independent de factorul timp. De fapt, după un anumit interval de timp se produce la catod o acumulare de hidrogen și de compuși precipitabili formați sub acțiunea alcalinizării. Aceste acumulări măresc polarizarea și micșorează intensitatea curentului de protecție.

Anozii s-au procurat de la IRUE—Cîmpina, fiecare avînd o greutate de 11,5 kg și următoarea compoziție chimică (în procente): 99,99 Zn; 0,013 Pb; 0,002 Fe; 0,0007 Cu; 0,08 Cd.

Forma și dimensiunile unui astfel de anod sînt arătate în figura 3.

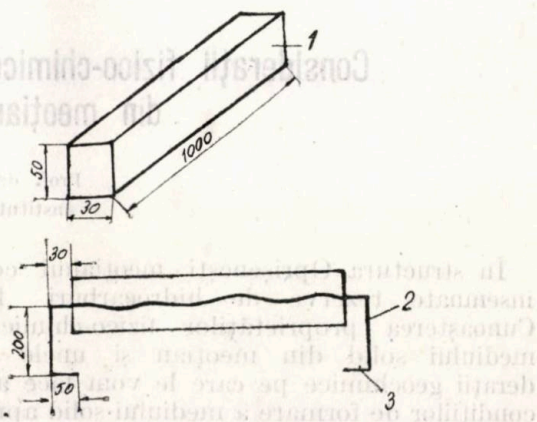


Fig. 3. Forma și dimensiunile anodului de zinc:
1 — anod de zinc — STAS 646–67; *2* — bară din oțel zincat (∅ 10); *3* — capete de bară nezincate, pentru sudură.

Anozii s-au montat la o distanță de 20 cm de suprafața de protejat, susținerea și contactul electric asigurîndu-se prin sudarea la suprafața metalică a barei de oțel ce străbate anodul (fig. 3, *3*).

Repartizarea electrozilor de zinc pe fundul rezervorului și pe virolă este arătată în figura 4.

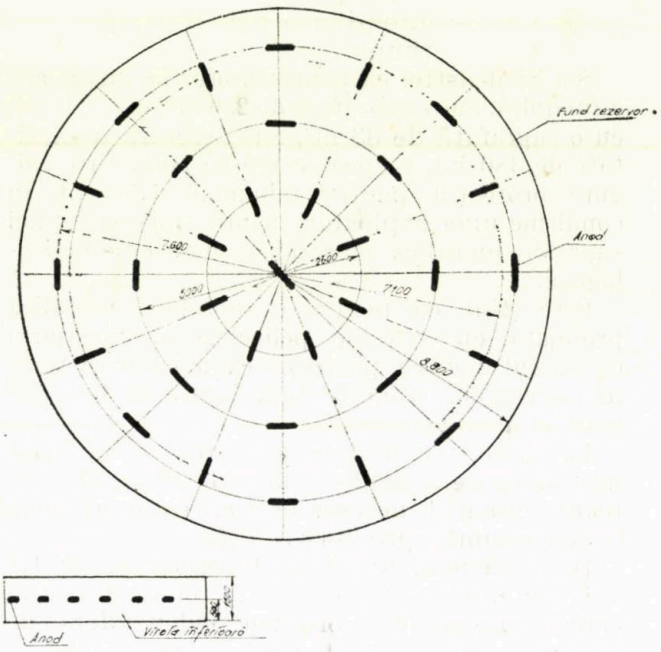


Fig. 4. Repartizarea anozilor din zinc pe suprafețele metalice de protejat:
1 — fundul rezervorului; 2 — anozi din zinc.

Aranjarea electrozilor de zinc s-a făcut în așa fel ca fiecăruia să-i revină circa 7,5 m^2 din suprafața de protejat.

Calculul estimativ al eficienței economice a investiției a arătat că în situația cînd nu se aplică protecția catodică va fi necesară înlocuirea fundului rezervorului la 5 ani; prin aplicarea protecției catodice cu anozi de zinc se evită coroziunea fundului de la rezervor.

Concluzii

După doi ani de la instalarea protecției catodice s-a verificat starea anozilor și a suprafeței interioare a rezervorului, constatîndu-se următoarele:

— toți anozii au funcționat, consumîndu-se fiecare în proporție de 70—80%;

— ca urmare a funcționării optime a sistemului de protecție, suprafața metalică protejată se prezintă în stare bună, spre deosebire de situația anterioară, cînd, în lipsa protecției catodice, se desprind de pe suprafața rezervorului bucăți de metal corodat.

Avînd în vedere rezultatele bune obținute și economicitatea sistemului anticoroziv aplicat, s-a procedat la înlocuirea anozilor consumați protejîndu-se în continuare suprafața interioară a rezervorului.

Bibliografie

[1] Hagymas, Gh., Firoiu, C., Radovici, O. *Coroziunea și protecția metalelor*. Ed. tehnică, București, 1963.

[2] La Que, F. L. *Marine Corrosion, Causes and Prevention*. 1975.

[3] Lathrop, D. T. *Materials Perform.*, **16**, 1978, p. 13.

[4] Raclot, B. Industrie Chimique Belge, **34**, nr. 6, 1969, p. 503—518.

[5] Peadoby, A. W. *Principles of cathodic protection*. NACE basic corrosion course, Houston, April, 1971, p. 1—36.

[6] Costanzo, F. F. Mat. Prot. and Perform., **10**, 1970, p. 20.

[7] Bryan, W. T. Mat. Perform., nr. 9, 1970, p. 25.

Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meoțianul structurii Oprișești

Prof. dr. ing. **I. D. Pârcălăbescu**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

În structura Oprișești meoțianul conține însemnate rezerve de hidrocarburi fluide. Cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid din meoțian și unele considerații geochimice pe care le vom face asupra condițiilor de formare a mediului solid apreciem că pot ajuta problemelor de inginerie de zăcămînt, ridicate de exploatarea acestor rezerve de hidrocarburi fluide.

Meoțianul, în această structură, a fost divizat [1] în șapte orizonturi (fig. 1), din care purtătoare de rezerve însemnate de hidrocarburi fluide sînt orizonturile V_{median}, $V_{inferior}$ și *VII*, în cuva din centrul structurii (fig. 2), care au fost mai detaliat investigate de noi (tab. 1).

Cercetarea fizico-chimică s-a făcut utilizînd difracția razelor X prin cristalele care alcă-

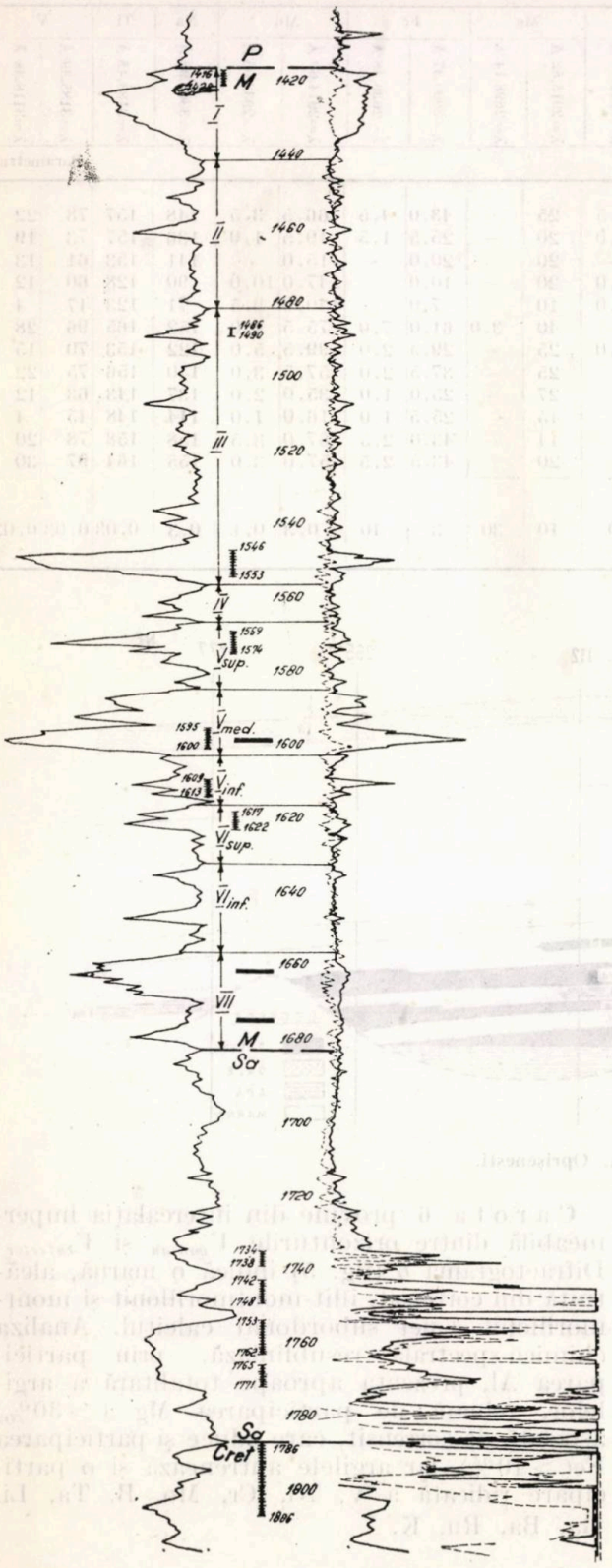


Fig. 1. Fragment din diagrafia geofizică a sondei 29

tuiesc mediul solid și analiza chimico-spectrală de emisie — metoda semicantitativă. Cunoașterea rețelelor cristaline și a ionilor care le determină fundamentează, atît considerațiile fizico-chimice și geochimice asupra formării mediului solid din meoțianul structurii, cît și problemele asociate cu exploatarea acestor zăcăminte.

Carota 1 aparține orizontului I în partea nordică a structurii (fig. 3). Difractograma *1* (fig. 4) pune în evidență (tab. 2) participarea cuarțului și a calcitului, particule mai grosiere liate de un ciment argilos format din structurile mixte de interstratificație illit-montmorillonit (29,4 Å și 26,7 Å), din montmorillonit (20,2 Å) și din clorit (7 Å). Analiza chimico-spectrală (tab. 1), prin parametrul spectral $I_t - I_f$, corelat cu gama de participare, resubliniază participarea cuarțului (Si > 30%), calcitului (Ca > 30%), cloritului (Mg > 10%, Fe > 10%), illitului (K > 1%) și montmorillonitului, care include în rețea procente neneglijabile de ioni schimbabili [5] aparținînd Na, Ti, V, Ni, Cr, Mo ș.a. Această compoziție chimico-mineralogică permite încadrarea acestei carote în categoria marnelor nisipoase.

Carota 2 a fost extrasă din orizontul $V_{inferior}$, din zona central-nordică. Carota aparține categoriei nisipurilor marnoase, este din orizontul saturat cu apă (fig. 2) și are în conținut mineralele întîlnite în carota 1, așa cum indică roentgenograma *2* și analiza chimico-spectrală (fig. 6 și tab. 1).

Carota 3 aparține orizontului V_{median} în partea nordică a structurii, este un nisip marnos, iar în blocul respectiv — capcană complet închisă și izolată — orizontul este saturat cu apă. Difractograma *3* și analiza chimico-spectrală indică prezența în carotă a acelorași structuri chimico-mineralogice întîlnite în carotele anterioare.

Carota 4 a fost extrasă din sonda 27 și aparține orizontului V_{median}, carota fiind prelevată din zona de tranziție a contactului țiței-apă. Difractograma *4* indică predominarea calcitului în probă (2,99 Å), față de cuarț (3,33 Å), iar liantul este format din montmorillonit-illit (29,4 Å) și montmorillonit (22 Å). Analiza chimico-spectrală, prin participarea ridicată a calciului (cu mult peste 30%), atestă predominarea calcitului în probă, reducerea siliciului implică diminuarea cuarțului, iar aluminiul resubliniază o oarecare reducere a participării argilelor. Cu această compoziție chimico-mineralogică carota se include în categoria nisipurilor calcaroase, fapt ce determină pentru colectorul petrolifer din acest bloc porozități și permeabilități ridicate și ca atare și debite mărite pe sonde.

Carota 5 aparține orizontului V_{median}, dar în zona centrală și de cealaltă parte a ridicării axului anticlinal. Difractograma *5* și analiza chimico-spectrală reeditează compoziția chimică și mineralogică a carotei 4. Acest nisip calcaros este saturat cu apă de zăcămînt în blocul căruia aparține sonda 20 (fig. 2).

Nr. carotei	Etajul geologic	Orizontul	Sonda nr.	Adîncimea, m	Descrierea litologică	Si		Al		Ca			Mg		Fe		Mn		Na	Ti	V	
						λ=2568,64 Å	λ=2577,13 Å	λ=3050,08 Å	λ=2669,16 Å	λ=3181,27 Å	λ=2721,64 Å	λ=3269,10 Å	λ=2915,52 Å	λ=2698,14 Å	λ=2990,37 Å	λ=2636,48 Å	λ=2914,60 Å	λ=2933,06 Å	λ=3302,98 Å	λ=3186,45 Å	λ=3185,39 Å	λ=3118,38 Å
						Parametrul																
1	meotian	I	28	1400	M.N.	72,0	20,0	91,5	2,0	156	16,0	1,5	25	—	43,0	4,5	66,5	3,5	148	157	78	22
2		$V_{inf.}$	17	1570	N.M.	50,5	8,5	71,0	1,0	113	8,0	1,0	20	—	25,5	1,5	19,5	1,0	136	157	73	19
3		$V_{med.}$	11	1575	N.M.	57,5	12,5	71,0	1,0	124	5,0	—	20	—	20,0	—	15,0	—	141	153	61	13
4		$V_{med.}$	27	1578	N.C.	32,5	7,5	14,5	—	186	54,0	5,0	20	—	10,0	—	147,0	10,0	90	128	60	12
5		$V_{med.}$	20	1589	N.C.	29,5	5,5	9,5	—	182	52,5	4,0	10	—	7,0	—	140,0	9,5	71	123	47	4
6		$V_m - V_i$	23	1572	M.	75,0	22,0	99,5	3,0	130	7,0	—	40	3,0	61,0	7,0	75,5	4,0	152	165	96	28
7		$V_{med.}$	29	1597	N.M.	53,0	11,5	66,5	—	177	36,0	3,0	25	—	29,5	2,0	99,5	5,0	122	153	70	15
8		VII	29	1661	M.	78,5	23,0	89,5	2,0	131	6,0	—	25	—	37,5	2,0	57,5	3,0	140	156	75	22
9		VII	29	1673	N.M.	57,5	12,0	69,5	1,0	126	4,0	—	27	—	25,0	1,0	35,0	2,0	137	143	63	12
10		V_{inf}	30	1600	N.M.	49,0	8,0	64,0	1,0	122	4,0	—	15	—	25,5	1,0	16,0	1,0	114	148	45	4
11		VII	13	1640	M.	63,0	14,0	103	3,0	147	10,0	—	14	—	43,0	2,5	67,0	3,5	158	158	78	20
12		VII	33	1650	A.	71,5	20,0	91,0	2,0	145	13,0	—	20	—	43,5	2,5	57,0	3,0	155	164	97	30
	Estimarea gamei de participare procentuală [6]					10	30	30	>30	1	10	30	10	30	3	10	0,3	0,1	0,3	0,03	0,03	0,03

M.N. — marnă nisipoasă N.C — nisip calcaros A — argilă
N.M. — nisip marnos M. — marnă

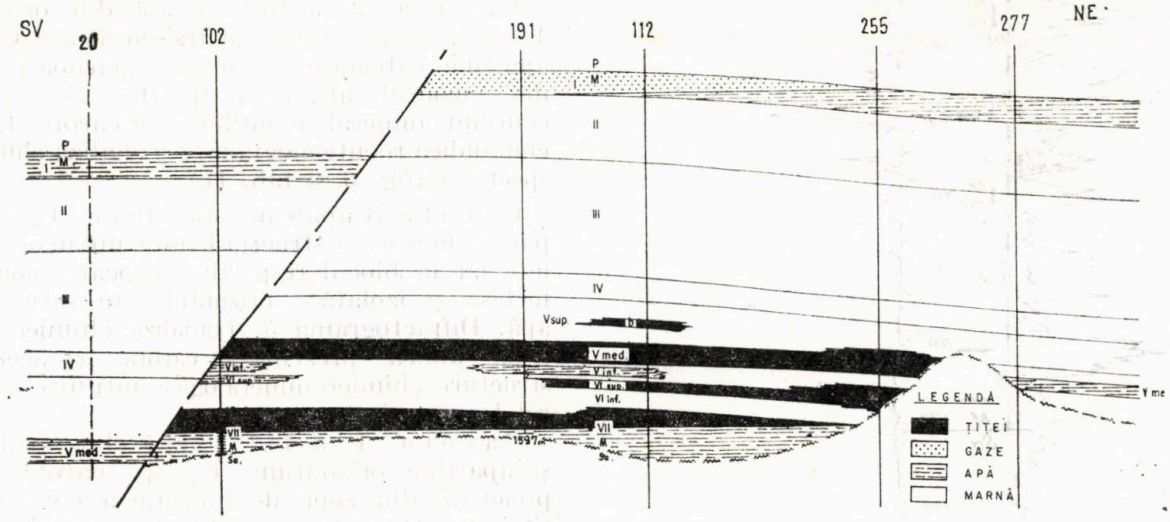


Fig. 2. Secţiune geologică, Oprişeneşti.

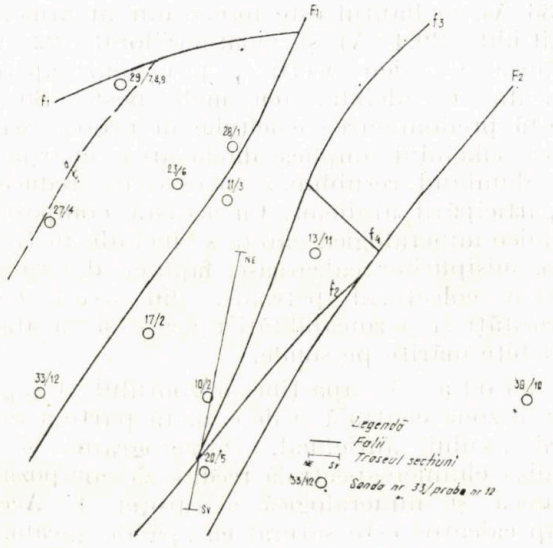


Fig. 3. Schiţă-fragment din harta de producţie.

Carota 6 provine din intercalaţia impermeabilă dintre orizonturile V_{median} şi $V_{inferior}$. Difractograma *6* (fig. 5) indică o marnă, alcătuită din corrensit, illit-montmorillonit şi montmorillonit şi net subordonat calcitul. Analiza chimico-spectrală resubliniază, prin participarea Al, prezenţa aproape totalitară a argilelor, reluată de participarea Mg (>30%) asociată de corrensit, care aduce şi participarea Fe(>10%), iar argilele antrenează şi o participare ridicată a V, Ni, Cr, Mo, B, Ta, Li, Ga, Ba, Ru, K.

chimico-spectrale

Tabelul 1

Ni		Cr		Co		Mo	B	Be	Cu	Li	Ga	Sr	Zr	Pb	Ta	Rh	Ru	K	Ba
λ=3414,76 Å	λ=3050,82 Å	λ=3014,76 Å	λ=2843,25 Å	λ=3453,50 Å	λ=3061,82 Å	λ=3132,59 Å	λ=2496,77 Å	λ=3130,41 Å	λ=3273,96 Å	λ=3232,61 Å	λ=2943,63 Å	λ=3464,45 Å	λ=3438,23 Å	λ=2833,07 Å	λ=2933,5 Å	λ=3434,89 Å	λ=3498,94 Å	λ=3446,72 Å	λ=3071,59 Å
spectral $I_t - I_f$																			
38,5	18,0	24,0	13,0	14,0	4,0	6,0	21,0	52,0	130	66,0	13,0	11	37,0	3,0	31,0	1,0	48	18	6
38,0	18,0	21,0	6,5	8,0	—	3,5	8,0	53,0	105	66,0	5,5	6	55,0	1,5	86,0	1,0	44	19	6
34,0	11,0	12,0	5,5	5,0	—	2,0	13,5	41,5	118	55,0	9,0	5	29,0	3,0	18,5	1,0	35	17	3
9,0	2,5	7,0	3,0	62,0	23,5	—	—	23,0	81	34,0	—	11	70,0	2,0	14,5	2,0	39	—	—
4,0	1,5	2,5	—	42,0	16,5	—	—	16,0	86	26,0	1,0	10	15,5	—	10,0	1,5	37	—	—
55,5	26,0	26,5	15,0	17,0	5,5	11,0	26,5	66,0	185	75,0	16,0	13	47,0	16,5	39,0	1,5	51	23	8
23,0	9,0	19,5	6,0	15,0	4,5	3,0	8,0	39,5	190	52,0	7,5	13	41,0	3,5	12,0	2,5	45	9	2
49,0	23,0	15,0	9,0	10,0	3,0	8,0	23,0	58,0	181	67,0	9,0	10	34,0	14,5	28,5	1,5	50	21	5
33,5	13,0	12,0	5,0	7,0	—	3,5	13,0	35,0	135	44,0	4,0	7	25,5	—	17,0	1,0	35	14	2
27,5	10,0	9,5	2,5	5,0	—	1,0	14,5	44,0	87	43,0	6,5	8	24,0	—	11,0	2,0	41	14	4
40,0	19,0	29,0	14,0	10,0	3,5	6,0	25,0	47,5	154	62,0	12,5	12	33,0	3,0	22,0	2,0	47	21	4
48,0	22,0	23,0	11,0	14,0	4,0	7,0	24,5	66,5	141	82,0	9,0	14	49,5	3,0	42,5	2,0	46	20	8
0,003	0,003	0,03	0,01	0,01	0,01	0,001	0,03	0,001	0,003	0,1	0,003	0,3	0,01	0,03	0,03	0,01	0,03	1	0,3

I_t — intensitatea totală a liniei spectrale

I_f — intensitatea fondului plăcii în vecinătatea liniei spectrale

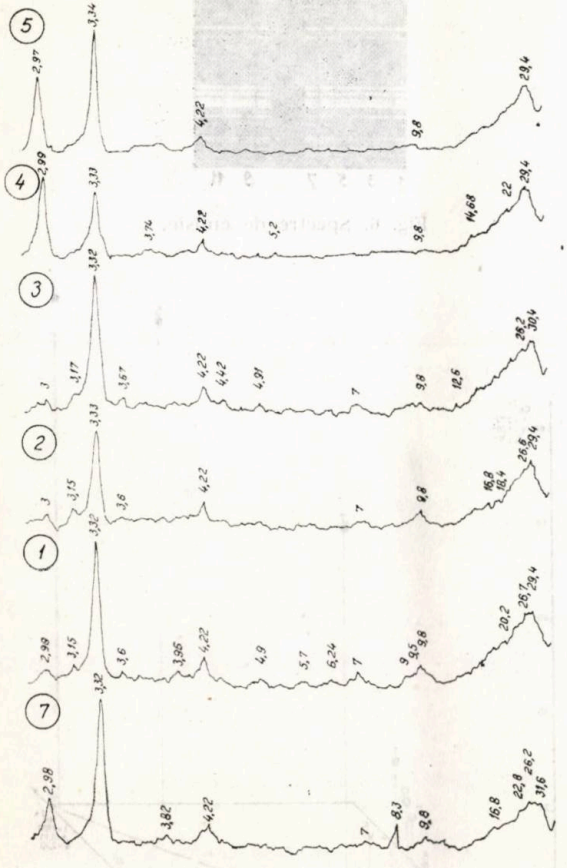


Fig. 4. Difractograme de raze X.

Carota 7 aparţine orizontului V_{median} din sonda 29, cu o poziţie izobatică sub contactul apă-ţiţei, în blocul de unde s-a extras şi carota 4. Difractograma *7* (fig. 4) şi analiza chimico-spectrală arată o compoziţie chimico-

Tabelul 2

Parametrii de difracţie a razelor X

hkl	Corrensit + + etilenglicol	Illit-montmorillonit + + etilenglicol	Cuarţ d/n	Cuarţ I	Calcit d/n	Calcit I	Clorit d/n	Clorit I
001	32,4	29,4						
2	16,2	14,7					14	60
3	10,8	9,8						
4	8,1	7,4					7	100
5	6,5	5,9						
6	5,4	4,9						
7	4,6	4,2	4,24	50				
8	4,0	3,7			3,74	20	3,5	50
9	3,6	3,3	3,34	100				
10	3,2	2,9			2,99	100		

mineralogică intermediară între nisipurile calcaroase *4* şi *5* şi nisipul marnos *3*.

Carota 10 este extrasă din sonda 30 aflată mult periferic în partea estică a structurii (fig. 3). Carota aparţine orizontului $V_{inferior}$. Difractograma *10* (fig. 5) şi analiza chimico-spectrală includ această carotă în categoria nisipurilor marnoase.

Carota 8, aşa cum indică difractograma *8* din figura 5 şi analiza chimico-spectrală, este o marnă. Analizele chimico-structurale mai includ în grupa marnelor şi carota 11, în timp ce carota 12 apare ca o argilă.

Orizontul *VII* apare astfel pe flancuri ca marnos-argilos, iar în partea centrală a structurii se prezintă, în carota 9, ca nisipos-marnos, purtător de hidrocarburi fluide, aşa cum se ilustrează în figura 2. Orizontul *VII* în baza lui, carota 12, la contactul cu sarmaţianul (fig. 1), este argilos şi constituie ecranul bazal al meoţianului. În situaţia cînd meoţianul

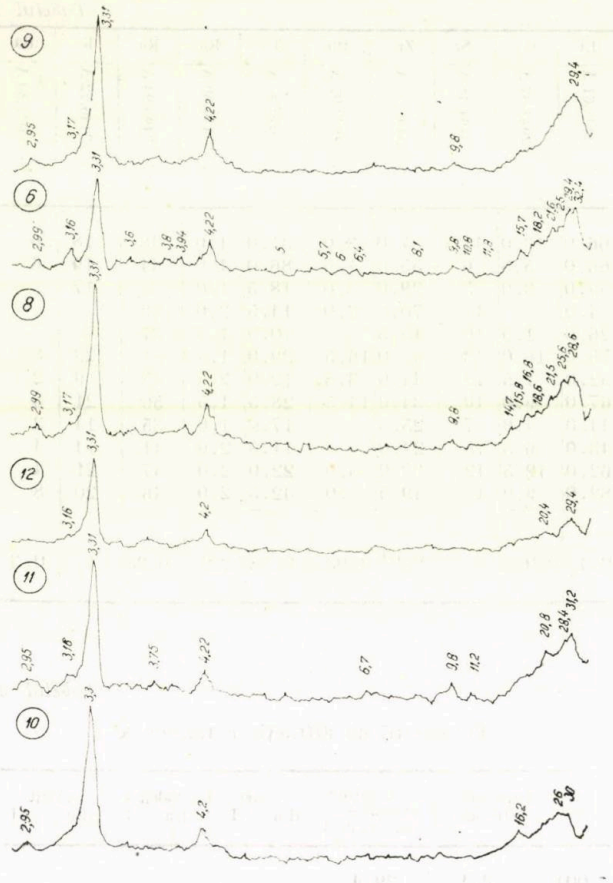


Fig. 5. Difractograme de raze X.

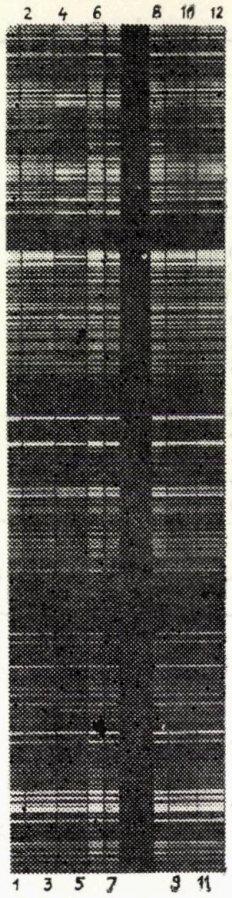


Fig. 6. Spectre de emisie.

saturat cu hidrocarburi fluide intră în relații directe cu sarmațianul poros-permeabil îl îmbibă pe ultimul, așa cum este cazul în partea nordică a structurii (fig. 2).

Compoziția chimico-mineralogică a mediului solid analizat și poziția spațială actuală a corotelor analizate pun pentru cercetător cîteva întrebări asupra evenimentelor geologice care au avut loc în această structură puternic tectonizată. O primă atenționare o ridică prezența în carotele 3, 5 și 7 a calcitului manganian și a cobalto-calcitului, neintîlniți în meoțian [3, 6], ci doar în albianul Platformei moesice [7]. Pornind de la utilitatea indicatorilor geochimici [8], de la legitatea substituirii ionilor [2] în rețelele cristaline și de la cea a schimbului ionic în condițiile zăcămintelor de hidrocarburi fluide [5], s-a procedat la reprezentarea în diagrame tridimensionale a mărimilor parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru grupuri de indicatori geochimici ai condițiilor de formare a mediului solid din zăcămintele de hidrocarburi fluide. În figurile 7 și 8 s-a urmărit corelația ionilor care, prin proprietățile lor structurale — rază ionică ρ și potențial ionic π —, se pot substitui între ei. Se detașează net, în aceste diagrame, carotele 4, 5, 6 care conțin în proporție însemnată calcit-manga-

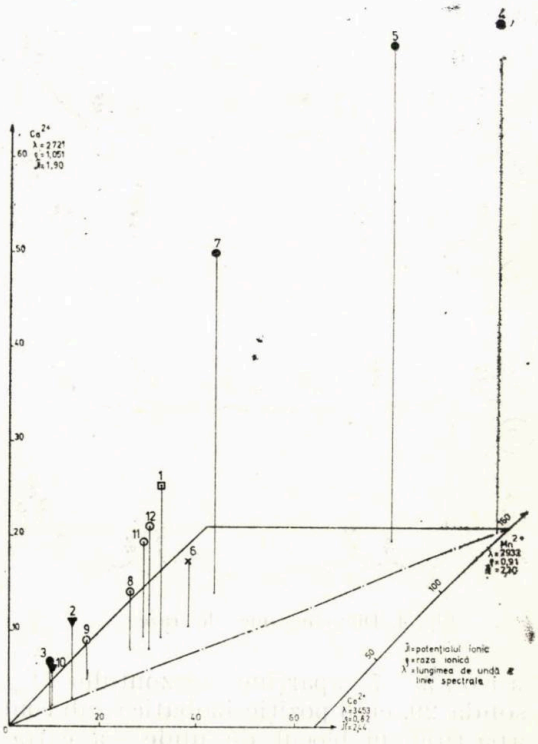


Fig. 7. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice.

nian și cobalto-calcit. Cum meoțianul repauzează discordant peste sarmațian și acesta discordant peste albian, ne sugerează ideea

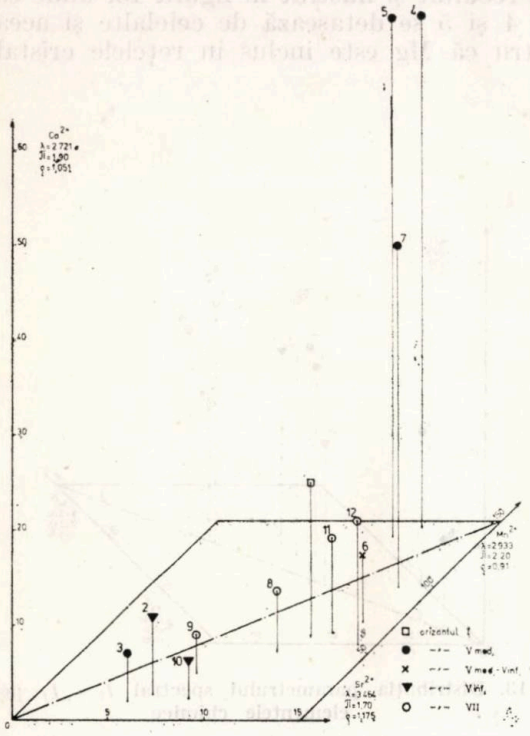


Fig. 8. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice.

că roca-mamă pentru formarea mediului solid din meoțian a provenit din sarmațian, care a preluat calcitul manganian și cobalto-calcitul din albian. Aceasta ar însemna că de-a lungul timpului sarmațian au avut loc numeroase mișcări tectonice în zonă, care au pus în relație, în bazinul de sedimentare, ridicări albiene de diferite înălțimi cu marea sarmatică, fapt ce a determinat o variație însemnată a alcătuirii structurale a mediului solid din sarmațian, care oscilează între nisipuri, în vecinătatea ridicărilor albiene, și argile în zonele îndepărtate ale bazinului de sedimentare față de linia de coastă (fig. 1). Sarmațianul exondat din structură și-a pierdut sistemul de hidrocarburi fluide. Dacă astăzi, în anumite blocuri din zona axială ridicată, în partea nordică, conține țiței, aceasta se datorează contactului cu meoțianul, care este purtător al sistemului de hidrocarburi fluide.

Prezența în carotele 4 și 5 a cuarțului în procent mai ridicat, ne-a sugerat să urmărim în diagramele din figurile 9 și 10 ce loc ocupă aceste carote, și observăm că ele se detașează net de celelalte, ilustrînd condiții geochimice distincte de formare și anume condiții litorale, iar pentru carota 7 • poziție izobatică mai crescută față de poziția carotei 4 (fig. 3). Orizontul V_{median} deși azi ocupă pe flancurile structurii poziții izobatice căzute și în blocul central (fig. 2) o poziție plată, s-a format totuși la vremea lui în condiții de coastă și de aceea posedă o porozitate-permeabilitate ridi-

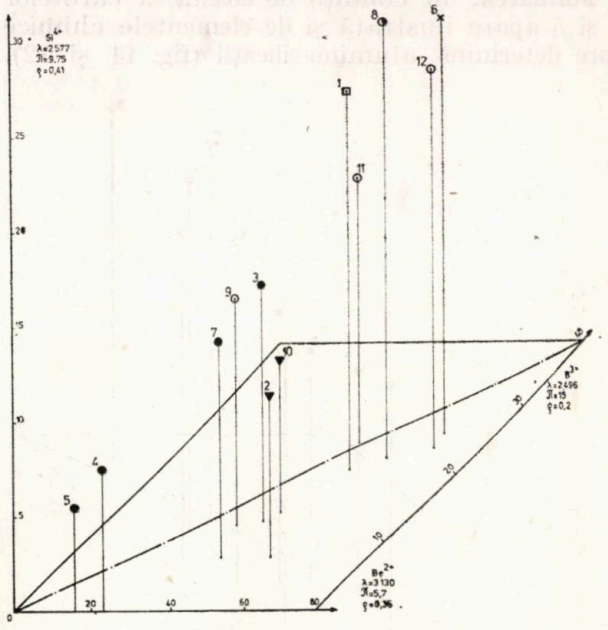


Fig. 9. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice

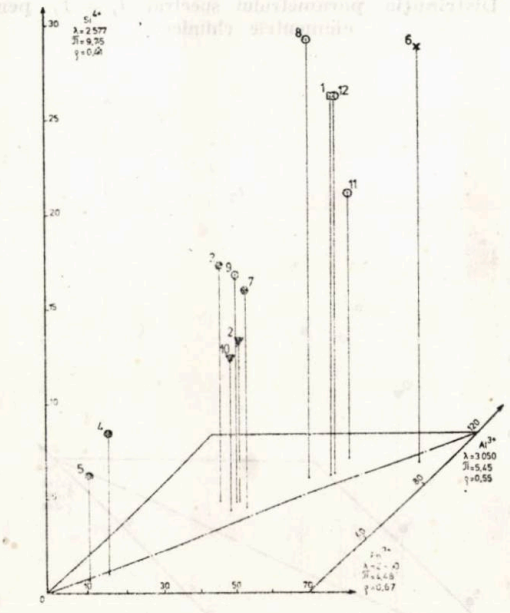


Fig. 10. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice

cată, localizînd în partea centrală a structurii însemnate rezerve de hidrocarburi fluide. Carota 3 ocupă, în figurile 9 și 10, o poziție similară carotei 7, sugerînd că între zonele mai ridicate ale carotelor 4 și 5, zona carotei 3 era mai scăzută, de unde și alcătuirea structurală nisipos-marnoasă a carotei 3. Aceasta ar explica

dece în zona centrală a actualei structuri și orizontul V_{median} se prezintă sub forma unor lentile conținînd sistemul de hidrocarburi.

Formarea, în condiții de coastă, a carotelor 4 și 5 apare ilustrată și de elementele chimice care determină alumino-silicații (fig. 11 și 12).

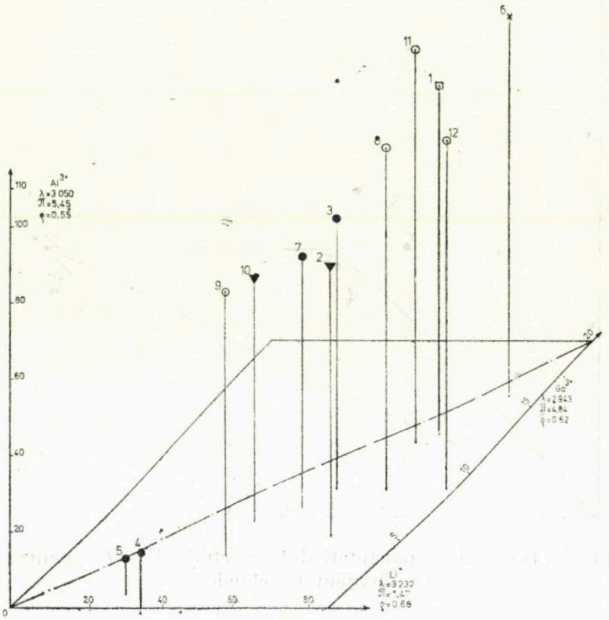


Fig. 11. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice

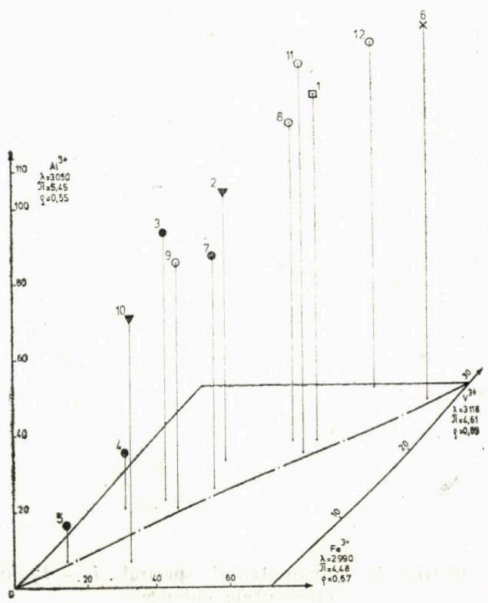


Fig. 12. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice

Pe măsură ce ne îndepărtăm de coastă și procentul de alumino-silicați crește, mediul solid adaugă procente mai ridicate de minerale argiloase, cazul carotelor poros-permeabile 2, 3, 7, 9 și 10, pentru ca în zonele îndepărtate de linia de coastă să intrăm în domeniul argilelor.

Magneziul, în mediul solid al zăcămintelor de hidrocarburi fluide, este asociat, atît de carbonați, cît și de clorite [3, 7, 8]. Acest fapt este reeditat și ilustrat în figura 13, unde carotele 4 și 5 se detașează de celelalte și aceasta pentru că Mg este inclus în rețelele cristaline

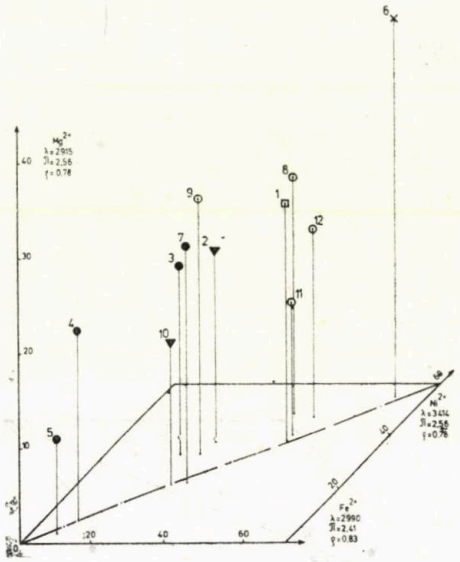


Fig. 13. Distribuția parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice

ale calcitului manganian și ale cobalto-calcitului. Celelalte carote poros-permeabile, odată cu creșterea Mg, adaugă și creșterea Fe și Ni, cu care se substituie în rețelele cristaline ale cloritelor în principal și montmorillonitelor. Marnele și argila și îndeosebi carota 6 ocupă și în această diagramă un loc aparte.

Illitul și montmorillonitul au o participare însemnată în unele carote ale mediului solid analizat. De illit se asociază în primul rînd potasiul, pentru care fapt în diagramele din figurile 14 și 15 se corelează K^+ cu ionii cu care s-ar putea substitui. Carotele 4 și 5 ocupă în aceste reprezentări locuri aparte. Prin prisma liniei spectrale utilizate pentru K (tab. 1) conținutul acestui element chimic este foarte scăzut în carotele 4 și 5, deși el este prezent în argilele care liază calcitul și cuarțul (difractogramele *4* și *5*). Prin creșterea conținutului de illit-montmorillonit în carote, punctele se deplasează spre colțul din sus-dreapta-spate al paralelipipedului reprezentării tridimensionale, fixînd clar locul marnelor și argilei în această reprezentare, fapt clar ilustrat mai ales în diagrama figurii 14.

Analiza diagramelor 16 și 17 ne atenționează că Ru poate fi inclus și în rețelele cristaline ale carbonaților, din moment ce probele 4 și 5 prezintă mărimi ridicate în diagrame. Molibdenul, ca indicator geochimic al condițiilor de mare adîncă [7, 8], vine și subliniază că probele 4 și 5 sînt depuse în condiții litorale, în timp ce

carotele 6 și 8 s-au format în bazinul sedimentar la adîncime mai mare. Plumbul, prin particularităţile lui structurale (ρ și π), este inclus și

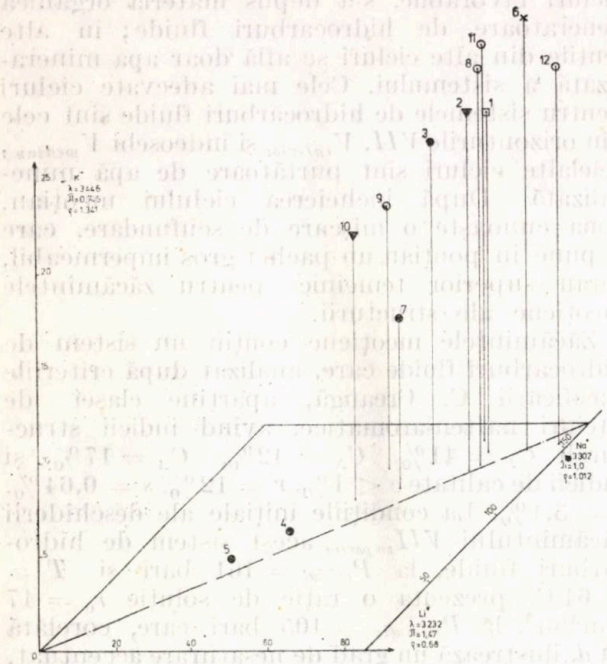


Fig. 14. Distribuţia parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice

în reţelele cristaline ale carbonaţilor, dar participarea mai ridicată este asociată tot cu argilele formate în mare mai adîncă (probele *8* și *6*). Titanul îl observăm inclus, atît în carbonaţi, cît și în argile, ceea ce ne permite să afirmăm că cei doi parametri structurali ρ și π sînt elementele diriguitoare ale substituirilor ionice în reţelele cristaline.

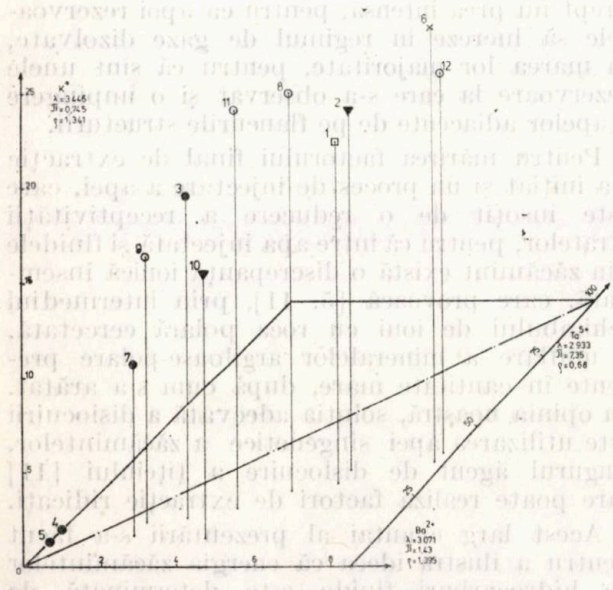


Fig. 15. Distribuţia parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice.

Diagramele din figurile 7—17 resubliniază particularităţile substituirilor ionilor în mediul fizico-chimic al zăcămintelor de hidrocarburi

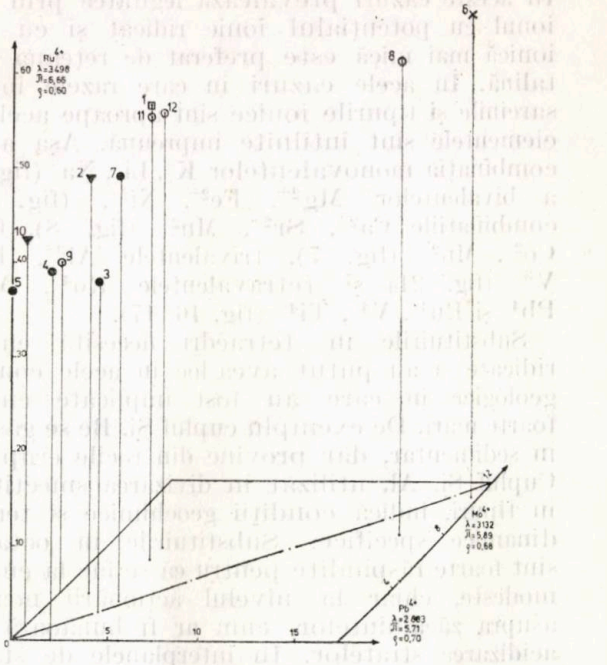


Fig. 16. Distribuţia parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice.

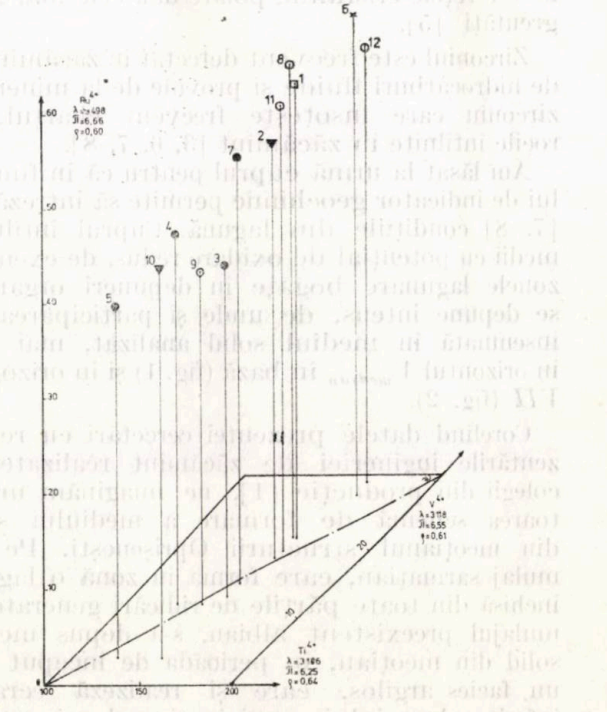


Fig. 17. Distribuţia parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru elementele chimice.

fluide. Elementele chimice cu raze ionice similare și preferabil, dar nu totdeauna necesar, de aceeași sarcină ionică, se înlocuiesc reciproc

în minerale [2, 7, 8]. Astfel, în figura 11, Li^+ substituie Al^{3+}, deși primul este monovalent, iar în figura 9, Be^{2+} substituie Si^{4+} în tetraedrii, în figura 15 Ta^{5+} și Ba^{2+} substituie K^+. În aceste cazuri prevalează legitatea prin care ionul cu potențialul ionic ridicat și cu raza ionică mai mică este preferat de rețeaua cristalină. În acele cazuri în care razele ionice, sarcinile și tipurile ionice sînt aproape aceleași, elementele sînt întîlnite împreună. Așa apare combinația monovalentelor K^+, Li^+, Na^+ (fig. 14) a bivalentelor Mg^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, (fig. 13), combinațiile Ca^{2+}, Sr^{2+}, Mn^{2+} (fig. 8), Ca^{2+}, Co^{2+}, Mn^{2+} (fig. 7), trivalentele Al^{3+}, Fe^{3+}, V^{3+} (fig. 21) și tetravalentele Ru^{4+}, Mo^{4+}, Pb^{4+} și Ru^{4+}, V^{4+}, Ti^{4+} (fig. 16, 17).

Substituirile în tetraedri necesită energii ridicate și au putut avea loc în acele condiții geologice în care au fost implicate energii foarte mari. De exemplu cuplul Si, Be se găsește în sedimentar, dar provine din rocile eruptive. Cuplul Si, Al, utilizat în divizarea smectitelor în tipuri, indică condiții geochimice și termodinamice specifice. Substituirile în octaedri sînt foarte răspîndite pentru că se fac la energii modeste, chiar la nivelul acționării noastre asupra zăcămintelor, cum ar fi bunăoară [4] acidizarea stratelor. În interplanele de stratificație ale montmorillonitelor, substituirile se fac la cele mai reduse nivele energetice, fapt pentru care în procesul de foraj și de exploatare aceste rețele cristaline polare dau cele mai mari greutăți [5].

Zirconiul este frecvent detectat în zăcămintele de hidrocarburi fluide și provine de la mineralul zirconiu care însoțește frecvent cuarțul, în rocile întîlnite în zăcămînt [3, 6, 7, 8].

Am lăsat la urmă cuprul pentru că în funcția lui de indicator geochimic permite să întrezărim [7, 8] condițiile din lagună. Cuprul întîlnind medii cu potențial de oxidare redus, de exemplu zonele lagunare bogate în depuneri organice, se depune intens, de unde și participarea lui însemnată în mediul solid analizat, mai ales în orizontul V_{median} în bază (fig. 1) și în orizontul *VII* (fig. 2).

Corelînd datele prezentei cercetări cu reprezentările ingineriei de zăcămînt realizate de colegii din producție [1], ne imaginăm următoarea schemă de formare a mediului solid din meoțianul structurii Oprișenești. Pe un mulaj sarmațian, care forma în zonă o lagună închisă din toate părțile de ridicări generate de mulajul preexistent albian, s-a depus mediul solid din meoțian, în perioada de început sub un facies argilos, care și realizează ecranul inferior al etajului, apoi în timpul orizontului *VII* s-a realizat un facies nisipos-marnos pe flancurile ridicării și marnos în centrul căzut al lagunei, din moment ce orizontul apare puternic lenticularizat. Opinăm că în tot timpul de sedimentare a meoțianului laguna a cunoscut doar mișcări de basculare, pe verticală, care au generat alternanța de orizonturi impermeabile cu permeabile, ultimele realizîndu-se într-un sistem lenticular. În aceste lentile, în anumite cicluri favorabile, s-a depus materia organică generatoare de hidrocarburi fluide; în alte lentile din alte cicluri se află doar apa mineralizată a sistemului. Cele mai adecvate cicluri pentru sistemele de hidrocarburi fluide sînt cele din orizonturile *VII*, $V_{inferior}$ și îndeosebi V_{median}, celelalte cicluri sînt purtătoare de apă mineralizată. După încheierea ciclului meoțian, zona cunoaște o mișcare de scufundare, care depune în ponțian un pachet gros impermeabil, ecran superior temeinic pentru zăcămintele meoțiene ale structurii.

Zăcămintele meoțiene conțin un sistem de hidrocarburi fluide care, analizat după criteriile clasificării C. Creangă, aparține clasei de țițeiuri naften-aromatice, avînd indicii structurali $C_P = 41\%$, $C_N = 42\%$, $C_A = 17\%$ și indicii de calitate $c < 1\%$, $r = 12\%$, $s = 0{,}64\%$, $d = 3{,}4\%$. La condițiile inițiale ale deschiderii zăcămîntului $VII_{superior}$ acest sistem de hidrocarburi fluide, la $P_{inițial} = 161$ bari și $T = 64°C$, prezenta o rație de soluție $r_0 = 47$ Nm^3/m^3, la $P_{saturație} = 105$ bari care, corelată cu *d*, ilustrează un grad de nesaturare accentuat, vădind un slab aport de energie termică din exterior, fapt ce a făcut ca transformările termocatalitice din incinta închisă V a rezervoarelor să fie modeste [9], în care situație sistemul de hidrocarburi fluide nu a putut să atingă nivele energetice mai înalte, care să-l aducă în clasele țițeiurilor mai intens transformate.

Ultimele mișcări tectonice determină o boltire asimetrică, însoțită de un sistem accentuat de falii, care totuși păstrează ermeticitatea rezervoarelor, astfel că la deschiderea lor forma energiei de zăcămînt a fost cea elastică, ce-i drept nu prea intensă, pentru ca apoi rezervoarele să lucreze în regimul de gaze dizolvate, în marea lor majoritate, pentru că sînt unele rezervoare la care s-a observat și o împingere a apelor adiacente de pe flancurile structurii.

Pentru mărirea factorului final de extracție s-a inițiat și un proces de injectare a apei, care este însoțit de o reducere a receptivității stratelor, pentru că între apa injectată și fluidele din zăcămînt există o discrepanță ionică însemnată, care provoacă [5, 11], prin intermediul schimbului de ioni cu roca polară cercetată, o umflare a mineralelor argiloase-polare prezente în cantitate mare, după cum s-a arătat. În opinia noastră, soluția adecvată a dislocuirii este utilizarea apei singenetice a zăcămintelor, singurul agent de dislocuire a țițeiului [11] care poate realiza factori de extracție ridicați.

Acest larg evantai al prezentării s-a făcut pentru a ilustra ideea că energia zăcămintelor de hidrocarburi fluide este determinată de condițiile fizico-chimice ale timpului geologic,

care au generat sistemele pe care le exploatăm [10]. Utilizarea adecvată a energiei de zăcămînt în regimurile de exploatare se poate face numai cunoscînd parametrii alcătuirii structurale ai mediilor pe care le exploatăm, pentru că zăcămintele de hidrocarburi fluide sînt sisteme fizico-chimice, alcătuite dintr-un mediu solid poros-fisurat-permeabil saturat cu un mediu fluid, format din sistemul de hidrocarburi și apele de zăcămînt.

Energia este materia în mișcare și pentru a putea deține controlul energiei de zăcămînt se impune cunoașterea alcătuirii structurale a materiei, pe care în regimurile de exploatare o punem în mișcare.

Bibliografie

[1] Greeu, D., Langa, Fl. *Creșterea factorului final de recuperare la zăcămintele de țiței — zăcămintele meotiene de la Oprișenești.* 1978. I.C.P.P.G. Cîmpina.

[2] Partington, R. J. *An advanced treataise on physical chemistry.* Vol. III. Longmans, London, 1957.

[3] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea compoziției mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.* Petrol și Gaze, vol. 14, nr. 5, 1963.

[4] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la explicarea mecanismului acidizării mineralelor componente ale mediului solid al unor zăcăminte de țiței din România.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XVI, 1967.

[5] Pârcălăbescu, D. I. *Schimbul ionic între mineralele argiloase prezente în unele structuri gazeifere și fluidele cu care vin în contact.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XVIII, 1971.

[6] Pârcălăbescu, D. I. *Determinarea compoziției chimice a mediului solid din neogenul structurii petrolifere Moreni-Gura Ocniței.* Chimie Analitică, **2**, nr. 3, 1972.

[7] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid al unor zăcăminte de hidrocarburi fluide localizate în albianul zonei centrale a Platformei moesice.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XIX, 1972.

[8] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid din structura Vîlcele.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XIX, 1972.

[9] Pârcălăbescu, D. I. *Cîteva considerații fizico-chimice și geochimice asupra unor țițeiuri din România.* Mine, Petrol și Gaze, vol. XXX, nr. 10, 1979.

[10] Pârcălăbescu, D. I. *Asupra energiei sistemelor de hidrocarburi fluide în condiții de zăcămînt.* Mine, Petrol și Gaze, vol. XXX, nr. 11—12, 1979.

[11] Pârcălăbescu, D. I. *Apa singenetică cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt.* Mine, Petrol și Gaze, vol. XXXII, nr. 3, 1981.

RECENZIE

Buletinul ştiinţific al Festivalului Naţional „Cîntarea României", vol. I, Baia Mare, 1980

La sfîrşitul anului 1980 a apărut, sub egida Comitetului municipal Baia Mare al Uniunii Tineretului Comunist, un masiv volum de 832 pagini intitulat *Buletin ştiinţific al sesiunii interjudeţene de referate şi comunicări tehnico-ştiinţifice* (vol. I), incluzînd lucrările prezentate la cea de-a VI-a sesiune care a avut loc cu doi ani în urmă la Baia Mare în cadrul Festivalului Naţional „Cîntarea României" (ediţia 1979). Aceste sesiuni se organizează în Maramureş, cu o cadenţă bienală, de către organul municipal al U.T.C. în colaborare cu Institutul de învăţămînt superior Baia Mare şi au un caracter interjudeţean, în sensul că întotdeauna participă exponenţi din mai multe centre industriale şi universitare din ţară.

Volumul recenzat a apărut în foarte bune condiţii grafice (tiparul: I. P. Cluj), sub redacţia lui Ioan Bîrdă şi Constantin Corniţă, animatorii de mai mulţi ani ai acestor manifestări ştiinţifice, într-un tiraj de 1 000 exemplare (preţul unui exemplar 152 lei).

Sînt publicate aici un număr de 155 lucrări, grupate în două părţi, cu extinderea aproximativ egală:

- partea I (construcţii de maşini, automatizări, informatică, minerit, metalurgie, geologie, industrie uşoară), pag. 4—415, în total 90 lucrări;
- partea a II a (construcţii, arhitectură), pag. 417—819, în total 55 lucrări.

Materialele au fost elaborate şi susţinute de specialişti reprezentînd opt centre industriale, respectiv universitare din ţară: Bucureşti, Iaşi, Timişoara, Cluj-Napoca, Petroşani, Braşov, Reşiţa şi Baia Mare, aparţinînd instituţiilor de învăţămînt (politehnici, universităţi şi I.I.S.), unor institute şi centre de cercetare, proiectare şi de calcul, unor organe teritoriale de îndrumare şi sinteză, precum şi unor întreprinderi, exploatări şi şantiere industriale şi de construcţii (în total 26 unităţi). Numărul autorilor se ridică la 224, fie grupaţi în anumite colective, fie avînd contribuţii individuale. Regretînd lipsa unui indice alfabetic al acestora la sfîrşitul volumului, ţinem să relevăm că autorii sînt de diferite vîrste (predominînd tinerii) şi de diferite pregătiri sau răspunderi economico-sociale: ingineri, economişti, matematicieni, fizicieni, geologi, subingineri, tehnicieni, muncitori-inovatori, activişti, cadre didactice (de la asistenţi pînă la profesori universitari) şi studenţi.

Tematica abordată aparţine unor domenii ca: tehnologia construcţiilor de maşini, inclusiv mecanisme şi organe de maşini, precum şi tehnologia materialelor; mecanica maşinilor unelte; mecanica maşinilor miniere şi de preparare; automatizări industriale; informatică; electrotehnică generală şi minieră; maşini electrice; transporturi industriale şi transport minier; geologie şi mecanica rocilor; exploatări miniere; prepararea substanţelor minerale utile; metalurgia metalelor neferoase; industrie uşoară; construcţii civile şi industriale.

Sînt abordate probleme din cele mai actuale: soluţii tehnologice noi, prototipuri de utilaje, economia de energie şi materiale, organizarea superioară a producţiei şi a muncii ş.a.

Trecînd în revistă sumarul volumului, reţinem în cele ce urmează 45 din lucrările avînd tangenţă cu domeniul industriei extractive, folosindu-ne de o grupare ad-hoc a titlurilor în cauză. (În cadrul acestor grupe, reprezentînd o diviziune mai analitică decît secţiile sesiunii din 1979, enumerarea păstrează succesiunea din volum).

Geologie

1. Ionescu Mircea ş.a. (Institutul de Mine Petroşani): *Asupra prezenţei unor corpuri subvulcanice microdioritice în sectorul de sud-vest al Munţilor Metaliferi şi implicaţiile lor metalogenetice* (pag. 330); (rezumat).

2. Ionescu Mircea, Ştefan, H. (Institutul de Mine Petroşani): *Consideraţii privind condiţiile de exploatabilitate a zăcămintelor de bauxită din Pădurea Craiului, situate sub adîncimea de 150 m* (pag. 331); (rezumat).

3. Ionescu Mircea (Institutul de Mine Petroşani): *Aplicaţii ale analizei corecţionale şi de regresie în geochimie* (pag. 332); (rezumat).

4. Istvan, D., Zachan, Al. (Intreprinderea de prospecţiuni şi explorări miniere „Maramureş", Baia Mare): *Observaţii geomorfologice în sistemul carstic Ciungi — Mesteacăn* (pag. 332—333); (rezumat).

5. Stan Dragoş, Bernad Alexe (Intreprinderea de prospecţiuni şi explorări miniere „Maramureş", Baia Mare): *Interpretări structurale noi pentru zona Ilba-Purcăreţ şi implicaţii economice* (pag. 333); (rezumat).

6. Ghiţescu, T., Kozma Lidia (Institutul de învăţămînt superior Baia Mare): *Folosirea analizelor cantitative mineralogice în prepararea minereurilor* (pag. 334); (rezumat).

Mecanica rocilor

1. Brădeanu, N. ş.a. (Institutul de învăţămînt superior Baia Mare): *Contribuţii la corelarea proprietăţilor fizico-mecanice ale rocilor cu alegerea utilajelor de dislocare a lor* (pag. 148—151); (rezumat; 3 referinţe bibliografice).

2. Popescu, F. Gabriel ş.a. (Institutul de învăţămînt superior Baia Mare): *Cercetarea rezistenţei de rupere la compresiune a sării geme din zăcămîntul Ocna-Dej* (pag. 264—268); 2 tab. şi 6 fig.

3. Popescu, F. Gabriel ş.a. (Institutul de învăţămînt superior Baia Mare): *Observaţii experimentale asupra masei volumetrice a sării din zăcămîntul Ocna-Dej* (pag. 273—279); 4 tab.

4. Fetea Liana, Fetea, P. (Institutul politehnic Cluj-Napoca şi Direcţia apelor „Someş" Cluj-Napoca): *Studii experimentale privind apariţia deformaţiilor rocilor sub acţiunea încărcărilor verticale* (pag. 322—326); 4 fig. şi 3 referinţe bibliografice.

5. Fetea Liana şi Fetea, P. (Institutul politehnic Cluj-Napoca şi Direcţia apelor „Someş" Cluj-Napoca): *Încercări experimentale privind rezistenţa de rupere la compresiune a cuarţului* (pag. 327—329); 1 tab. şi 3 referinţe bibliografice.

6. Pop Viorel ș.a. (colectiv de la Institutul politehnic Cluj-Napoca): *Considerații asupra plasticității argilelor* (pag. 437—440); 4 fig. și 3 referințe bibliografice.

Exploatări miniere

1. Popescu, Al. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Considerații privind stabilirea parametrilor susținerii metalice individuale la exploatarea sub tavan artificial a zăcămintelor de minereuri* (pag. 260—263); 1 fig. și 2 referințe bibliografice.

2. Popescu, F. Gabriel, Rațiu, D., Grigoruș, E. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Asupra generalizării formulei lui Melnikov privitoare la determinarea zonei de împrăștiere a rocilor după impușcare* (pag. 269—272).

3. Popescu, F. Gabriel, Rațiu, D. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Nomogramă pentru determinarea zonei de împrăștiere a rocilor după impușcare în anumite ipoteze tehnologice ale exploatărilor miniere la zi* (pag. 280—282).

4. Popescu, F. Gabriel (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Despre taxonomia metodelor de exploatare speciale, cu stăruire asupra clasificării metodelor de exploatare prin solubilizare* (pag. 283—286).

5. Sălăjan, C., Jurcă, Gh. (Institutul de cercetări și proiectări pentru minereuri și metalurgie neferoasă Baia Mare): *Studiul metodei optime de exploatare pentru zăcământul de molibden Mraconia* (pag. 335—339); 1 tab și 1 fig.

Mașini miniere și de preparare

1. Pay, E. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare și Centrala minelor și metalurgiei neferoase Baia Mare): *Mese de concentrare cu acționare hidrostatică* (pag. 27—30); 5 fig. și 7 referințe bibliografice.

2. Brădeanu, N. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Considerații asupra unor factori care influențează durabilitatea cablurilor de extracție* (pag. 152—156); (rezumat; 1 tab. și 3 referințe bibliografice).

3. Caraba, I. ș.a. (de la Institutul politehnic „Traian Vuia" Timișoara): *Studiu asupra soluțiilor de structură la noua instalație de transport cu culoar rulant acționată cu motoare cu inducție liniară* (pag. 185—189); 2 fig.

4. Bolosin, V. (Institutul politehnic „Traian Vuia" Timișoara): *Dispozitive de mare fiabilitate pentru ridicarea gradului de siguranță a circulației locomotivei de mină* (pag. 211—216); 3 fig. și 2 referințe bibliografice.

5. Pop, V. V., Bîrdă, I. (E. M. Săsar și Comitetul municipal Baia Mare al U.T.C.): *În minele de minereuri utilaje noi, factori socioprofesionali noi* (pag. 258—259).

6. Mateian, I. (E. M. Herja): *Mașină de încărcat hidraulică* (rezumat; 1 fig.).

7. Mateian, I. (E. M. Herja): *Lampă portativă pentru lucrătorul din subteran* (rezumat; 2 fig.).

8. Albu, I. (Institutul politehnic Cluj-Napoca): *Noi materiale extradure pentru căptușirea morilor de măcinare și bazine expuse agresivității asido-sulfatice* (pag. 305—306); 1 referință bibliografică.

9. Crăciun, I. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Mărirea volumului camerelor de flotație, mijloc de creștere a eficienței economice a acestora* (pag. 311—312); (rezumat).

10. Paul Puiu (Institutul de cercetări și proiectări pentru minereuri și metalurgie neferoasă Baia Mare): *Plăci și rame filtru pentru filtru presă din rășini sintetice* (pag. 317—321); 2 fig.

Electrotehnică minieră și automatizări în minerit

1. Buju, M. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Mașina de flotație de 16 m³, obiect al reglării automate* (pag. 205—207); 5 fig. și 4 referințe bibliografice.

2. Buju, M. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Posibilități tehnice de creștere a astatismului regulatoarelor automate utilizate la mașinile de extracție* (pag. 208—210); 1 fig. și 4 referințe bibliografice.

3. Petrean, L. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Metode moderne de studiu al cîmpului electromagnetic în medii neomogene din subteran* (pag. 225—228); 2 fig. și 5 referințe bibliografice.

Prepararea substanțelor minerale utile și utilizarea reziduurilor de preparare

1. Golgoțiu, T., Albu, I. (Institutul politehnic „Gh. Asachi" Iași și Institutul politehnic Cluj-Napoca): *Prepararea chimică și aportul ei în valorificarea substanțelor nemetalifere* (pag. 290—292); 1 tab.

2. Golgoțiu, T., Albu, I. (Institutul politehnic „Gh. Asachi" Iași și Institutul politehnic Cluj-Napoca): *Influența preparării chimice asupra mineralelor argiloase* (pag. 293—298); 6 fig. și 3 tab.

3. Oprea Gabriela, Ganițchi, S. (Institutul de învățământ superior Baia Mare și Centrala minelor și metalurgiei neferoase Baia Mare): *Criterii de apreciere a stabilității spumelor* (pag. 307—310); 2 fig. și 2 referințe bibliografice.

4. Oprea Gabriela, Oprea, C. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Factorul cinetic al stabilității spumelor* (pag. 313—316); 4 fig. și 6 referințe bibliografice.

5. Szasz, I. (Intreprinderea mecanică de reparații ale utilajului de transport Baia Mare): *Procedeu și instalație pentru fabricarea pulberii sferice reflectorizante din sticlă* (pag. 364—371); 6 fig.

6. Iancău, V. ș.a. (Institutul politehnic Cluj-Napoca): *Aspecte legate de calculul automat al volumului haldelor* (pag. 463—468); 6 fig. și 4 referințe bibliografice.

7. Borcutean, V. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Influența sterilului de flotație și a zgurei metalurgice din metalurgia neferoasă la îmbunătățirea caracterului hidraulic al cimentului și obținerea unor rezistențe sporite* (pag. 798—802).

8. Cîndea, L. ș.a. (Institutul de învățământ superior Baia Mare, condus de șef lucrări ing. Filip Constanța): *Panouri din zgură metalurgică provenită din metalurgia neferoasă pentru pereți despărțitori prefabricați pentru construcții de locuințe* (pag. 803—807).

9. Filip Constanța (Institutul de învățământ superior Baia Mare): *Utilizarea sterilului de flotație pentru realizarea pereților prefabricați la construcțiile de locuințe* (pag. 808—811).

Metalurgia metalelor neferoase

1. Tăpălagă, I. ș.a. (Institutul politehnic Cluj-Napoca și Universitatea „Babeș-Bolyai" din Cluj-Napoca): *Cercetări privind determinarea caracteristicilor mecanice ale aluminiului în condiții de frig adînc* (pag. 64—68); 6 fig., 1 tab. și 4 referințe bibliografice.

2. Albu, A. ș.a. (Institutul politehnic Cluj-Napoca, Institutul de cercetări și proiectări pentru minereuri și metalurgie neferoasă Baia Mare și Universitatea „Babeș-Bolyai" din Cluj-Napoca): *Generatoare aerodinamice pentru instalațiile de combatere a poluării mediului ambiant și recuperarea de materiale prin aglomerare ultrasonică* (pag. 141—147); 4 fig. și 7 referințe bibliografice.

3. Grebleș, Gh. ș.a. (Intreprinderea metalurgică de metale neferoase Baia Mare): *Modelarea amestecului de concentrate pentru formarea șarjei* (pag. 372—374).

4. Bratu, A. ș.a. (Centrul teritorial de calcul electronic Baia Mare și Intreprinderea metalurgică de metale neferoase Baia Mare): *Conducerea procesului de turnare în bare a cuprului electrolitic* (pag. 394—398); 2 tab.

Economie minieră și metalurgică

1. Pleșa, I. ș.a. (Centrul teritorial de calcul electronic Baia Mare): *Calculul retribuțiilor* (pag. 387—389); 1 fig.; (lucrarea se referă la calculul retribuțiilor în minerit).

2. Groșan, G. ș.a. (Centrul teritorial de calcul electronic Baia Mare): *Trecerea de la metoda clasică de urmărire a costurilor la metode evoluate în prelucrarea automată a datelor* (pag. 399—400); (rezumat).

*

Din cele 155 de lucrări publicate în acest buletin, un număr de 31 au fost elaborate de colective din Institutul politehnic Timișoara; 26 de către colective din Institutul politehnic Cluj-Napoca; 28 de către colective din Institutul politehnic Iași; 8 de către colective ale unor instituții de învățămînt superior din alte centre universitare (București, Brașov, Petroșani, Reșița etc.); 25 de către unități industriale din Baia Mare (inclusiv exploatările miniere Herja, Baia Sprie); 8 de către specialiști din șantiere ale unor trusturi de construcții industriale; 32 de către cadre didactice din Institutul de învățămînt superior Baia Mare etc.

Volumul a fost prezentat participanților la ședința plenară de deschidere a lucrărilor celei de-a VII-a sesiuni de referate și comunicări tehnico-științifice organizată la 24 ianuarie 1981 de către Comitetul municipal Baia Mare al Uniunii Tineretului Comunist și Institutul de învățămînt superior Baia Mare, prin referatul citit de conf. dr. ing. E. Pay.

Prezența lucrării în bibliotecile tehnice ale unităților*) va constitui, fără îndoială, punctul de plecare al unor aplicații utile și totodată îndemn pentru noi construcții în domeniul creativității tehnice.

Sugerăm redactorilor ca la viitoarele volume ale buletinului să anexeze un indice alfabetic de materii și un indice alfabetic de autori, să popularizeze cu anticipație lucrarea în presa județeană din centrele universitare pentru ca bibliotecile instituțiilor și întreprinderilor interesate să-și poată reține din timp exemplarele dorite și să includă în volum sintezele dezbaterilor și intervențiilor din ședințele pe secții.

Editorul Buletinului științific Baia Mare (1980) și colectivului de redacție al acestuia merită cel mai cald cuvînt de prețuire.

Conf. ing. *G. F. Popescu*

---

*) Lucrarea poate fi solicitată de la Comitetul municipal U.T.C. Baia Mare str. 17 Octombrie 29, cod. 4800 Baia Mare, jud. Maramureș, depunînd contra valoarea (152 lei per exemplar) prin mandat poștal în contul 45.10.7.07.0 al Comitetului, deschis la Banca Națională sucursala Baia Mare (iar instituțiile prin virament).

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

DIRECTIA GENERALA AUTONOMA
A PETROLULUI SI GAZELOR

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC CÎMPINA

EXECUTA

- Reparaţii de maşini electrice şi transformatoare
- Confecţii de instalaţii electroenergetice pentru şantierele petroliere şi exploatările miniere
- Confecţii de elemente de automatizare pentru şantierele petroliere şi exploatările miniere

ACORDA
ASISTENTA TEHNICA
LA PUNEREA IN FUNCTIUNE
A INSTALATIILOR
ELECTROENERGETICE SI A.M.G.

CIMPINA Str. BOBILNA 44, Jud. PRAHOVA telex 19625
telefon 973/31830, 31930, 32577

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI SI GEOLOGIEI
COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII ŞI ÎNTREŢINERE A UTILAJULUI MINIER PETROŞANI

INTREPRINDERE SPECIALIZATA IN DOMENIUL UTILAJELOR MINIERE CARE EXECUTA

REPARATII CAPITALE PENTRU

- susţineri (complexe) mecanizate;
- combine de înaintare;
- pompe de înaltă presiune;
- locomotive de mină;
- ventilatoare tubulare;
- compresoare;
- motoare electrice;
- anemometre, metanometre;

PIESE DE SCHIMB PENTRU

- combine de inaintare şi de abataj;
- complexe de susţinere mecanizată;
- stîlpi hidraulici;
- agregate hidraulice;
- transportoare;
- locomotive de mină;

LUCRARI DE REPARATII SI INTRETINERE PRIN ECHIPELE DE SERVICE PENTRU

- combine miniere;
- susţineri mecanizate de diferite tipuri;

INTREPRINDEREA DE REPARATII SI INTRETINERE A UTILAJULUI MINIER PETROSANI Str. REPUBLICII 7 Jud. HUNEDOARA Telefon 43962

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

REALIZEAZĂ PENTRU BENEFICIARII DIN RAMURA EXTRACTIVĂ O GAMĂ VARIATĂ DE LUCRĂRI, PRIN :

activitatea de informatică

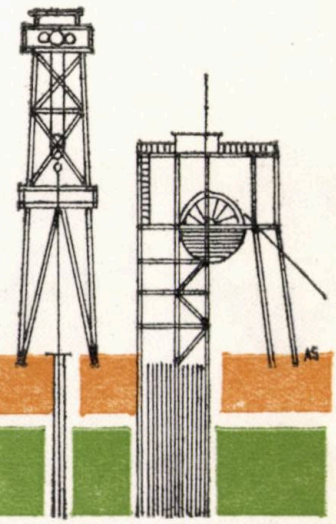
- Cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice
- Elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti
- Proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie
- Exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor
- Asistenţă tehnică

activitatea de industrie

- Prin Secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată

lucrări auxiliare

- Machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare
- Lucrări de editare, tipărire şi legătorie



Str. Biserica Amzei 23
BUCUREŞTI - Sector 1
Telefon: 11.50.50

1981 IUL 2 8

folositi
pentru propaganda protectiei muncii si pentru instruire in unitatile miniere si petroliere afisele, brosurile si diapozitivele
elaborate de

CENTRUL DE CERCETARI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

CU SEDIUL ÎN PETROŞANI, STR. DR. PETRU GROZA 32-34,
JUD. HUNEDOARA, COD 2675, TEL. 41621-41622,

AS.

E 1445

MINE PETROL GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUCUREŞTI - ROMÂNIA * Vol. 32, iunie 1981

6

MINISTERUL MINELOR PETROLULUI SI GEOLOGIEI

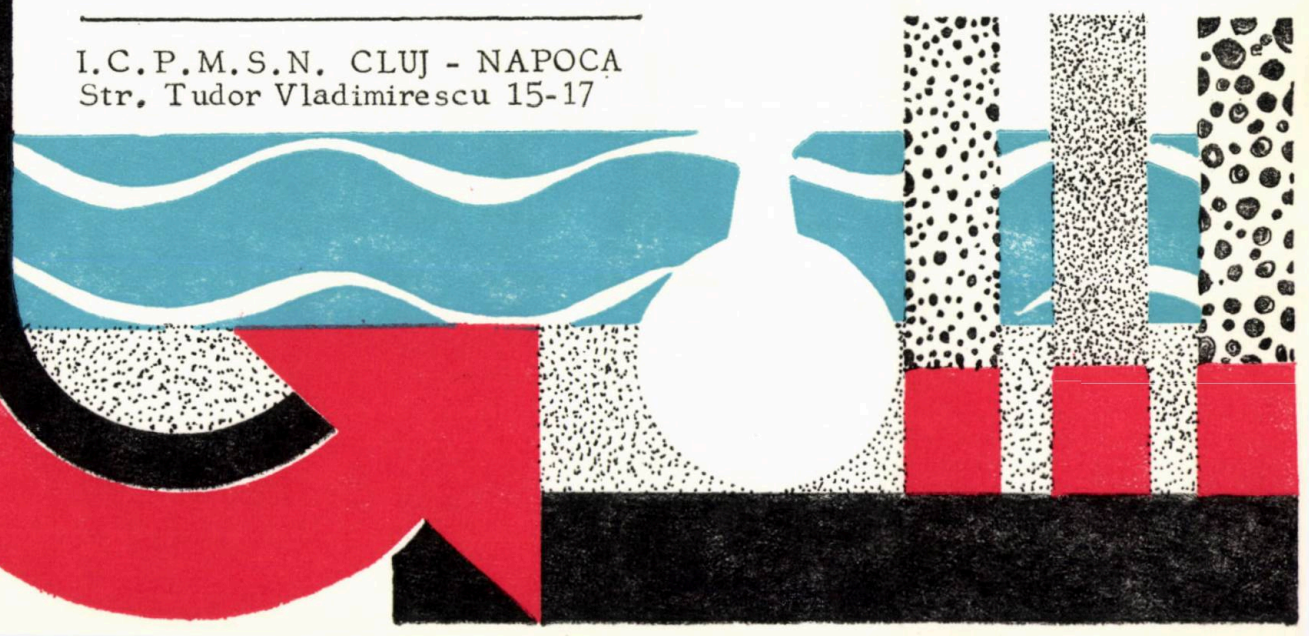
ICPMSN cluj-napoca

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI MINIERE PENTRU SUBSTANTE NEMETALIFERE

execută studii, proiecte și documentații tehnico-economice pentru valorificarea substanțelor nemetalifere din întreaga țară, cuprinzînd:

○ metode de exploatare ○ săparea și susținerea lucrărilor miniere ○ perforări si împușcări în lucrări la zi și subterane ○ mecanizarea si automatizarea lucrărilor miniere și a fluxurilor de preparare ○ aeraj minier ○ profilaxie tehnico-medicală ○ prepararea mecanică si chimică a substanțelor nemetalifere în fază laborator, pilot si semiindustrială ○ epurarea chimică a apelor de mină și reziduale de la uzinele de preparare ○ proprietăți fizico-mecanice ale rocilor și cercetări geotehnice ○ măsurători topografice și urmărirea stabilității masivelor miniere ○ analize mineralogice și petrografice ○ analize chimice și fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice, röntgen difractometrice ○ sinteza unor reactivi de preparare ○ prototipuri de aparate si utilaje specifice exploatării și preparării substanțelor nemetalifere ○ microproducție de noi sorturi de substanțe nemetalifere ○ asistență tehnică privind modernizarea fluxurilor de exploatare (subterana și la zi) și preparare

I.C.P.M.S.N. CLUJ - NAPOCA
Str. Tudor Vladimirescu 15-17



MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

Nr. 6 1981

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1981

CUPRINS

Bujac, Gh. **Metodă de săpare pe înclinare a tranşeelor cu excavatoare cu rotor** . . . 265

Matacă, E., Coculescu, M. şi Jijie, P. **Complexe mecanizate de abataj din generaţia a IV a în bazinul minier al Olteniei** 275

Popescu Rodica **Consideraţii privind raţionalizarea consumului de energie electrică la unităţile miniere din bazinul Olteniei** 279

Pocomnicu, I. **Metodologie complexă de reducere a potenţialului acvifer în vederea punerii în valoare a rezervelor de lignit situate în condiţii hidrogeologice grele** . . . 281

Stochiţoiu, A., Visalon, D. şi Giurgiulescu, B. **Consideraţii privind determinarea forţei de tăiere la excavatoarele cu roată cu cupe din exploatările de lignit la zi** 283

Szabo, C. şi Coroescu, T. **Despre acţionarea braţului raclor al decantoarelor pentru suspensii solide** 287

Ganiţchi, S. **Procedeu pentru dimensionarea instalaţiilor de flotaţie** 289

Bălan, M. **Asupra condiţiilor de producere a pompajului şi sisteme antipompaj la compresoare centrifugale pentru gaze naturale** 293

Recenzii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* dr. **ing. GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.274 : 621.879

B u j a c, G h. *Metodă de săpare pe înclinare a tranşeelor cu excavatoare cu rotor*

Se descrie metoda de săpare a tranşeei de deschidere pe înclinare cu excavatoare cu rotor tip SchRs 1400—30/7, considerată de autor mai avantajoasă din punct de vedere tehnic, economic şi organizatoric decît actuala metodă aplicată la carierele din Oltenia cu transportul rocilor sterile excavate prin rînduri amplasate în mai multe felii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 65.011.54

M a t a c ă, E., C o c u l e s c u, M. şi J i j i e, P. *Complexe mecanizate de abataj din generaţia a IV-a în bazinul minier al Olteniei*

Autorii analizează soluţiile tehnice la care s-a ajuns pentru diferite subansambluri ale tehnologiei mecanizării complexe, în conformitate cu caracteristicile particulare ale abatajelor minelor de lignit din Oltenia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.313

P o p e s c u R o d i c a *Consideraţii privind raţionalizarea consumului de energie electrică la unităţile miniere din bazinul Olteniei*

Este analizată ponderea consumului de energie, pe utilaje şi activităţi, precum şi factorii de influenţă a acestuia, indicîndu-se căile de diminuare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 553.042

P o c o m n i c u, I. *Metodologie complexă de reducere a potenţialului acvifer în vederea punerii în valoare a rezervelor de lignit situate în condiţii hidrogeologice grele*

Autorul analizează o tehnologie combinată de asecare folosită la traversarea nisipurilor acvifere, precum şi rezultatele obţinute în două perimetre miniere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621. 879

S t o c h i ţ o i u, A., V i s a l o n, D. şi G i u r g i u l e s c u, B. *Consideraţii privind determinarea forţei de tăiere la excavatoarele cu roată cu cupe din exploatările de lignit la zi*

În lucrare se determină o expresie mai exactă a forţei de tăiere la excavatoarele cu roată cu cupe, precum şi o analiză a factorilor care o influenţează.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 621.879 : 622.793 : 621.313

S z a b o, C. şi C o r o e s c u, T. *Despre acţionarea braţului raclor al decantoarelor pentru suspensii solide*

Se prezintă un nou dispozitiv de acţionare a braţului decantoarelor pentru suspensii solide realizat cu ajutorul motorului electric asincron, precum şi economiile ce se pot realiza cu acesta, în comparaţie cu acţionarea clasică cu motoare electrice rotative.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.765

G a n i ţ c h i, S. *Procedeu pentru dimensionarea instalaţiilor de flotaţie*

Autorul prezintă un procedeu de dimensionare a instalaţiilor de flotaţie bazat pe o interpretare nouă a influenţei vitezei de curgere a tulburelii prin celule asupra timpului de flotaţie

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 611.51 : 622.279

B ă l a n, M. *Asupra condiţiilor de producere a pompajului şi sisteme antipompaj la compresoare centrifugale pentru gaze naturale*

După prezentarea evoluţiei şi destinaţiei compresorului centrifugal în industria gaziferă, autorul descrie funcţionarea acestuia, modul de protecţie, precum şi calculul unui sistem de prevenire şi protejare pentru evitarea condiţiilor anormale de exploatare

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

Recenzii

CONTENTS

C.Z. 622.274 : 621.879

Bujac, Gh. *Excavating method of inclined opening trenches with bucketwheel excavators*

A method for excavating inclined opening trenches with bucketwheel excavator type SchRs 14000—30/7 is presented. The technical, economic and planning advantages of this method as compared with the „slicing" one are outlined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 65.011.54

Matacă, E., Coculescu, M. and Jijie, P. *The fourth generation of mjning aggregates from Oltenia basin coal*

The authors present and analysis of the technical solutions adopted for the new aggregates to meet the particularities of the mining conditions from Oltenia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.313

Popescu Rodica *Considerations on the rationalization of electric power consumption of the mining units in Oltenia coal basin*

The power consumption share as function of type of equipment and operation as well as the influence factors together with the ways for its cutting down is analysed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 553.042

Pocomnicu, I. *Complex methodology for reducing the water bearing potential in order to turn into good account the lignite reserves under difficult hydrogeological conditions*

A combined draining technology used by driving water bearing sands as well the results obtained in two mining fields are analysed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.879

Stochiţoiu, A., Visalon, D. and Giurgiulescu, B. *Considerations on determining the cutting force of bucket wheel excavator from lignite open-pits*

In the article a more exactly expression of the cutting force of a bucket wheel excavator and an analysis of the factors influencing this force are given.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 621.879 : 622.793 : 621.313

Szabo, C. and Coroescu, T. *About the drive of scraper arm of pulp settlers*

A new device for driving the scraper arm of pulp settlers with the help of an asynchronous electric motor is presented. The savings achieved with the new device as compared with the classical driving by common electric motor are outlined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.765

Ganiţchi, S. *Method for dimensioning flotation installations*

The author presents a method for dimensioning a flotation installation based on a new interpretation of the influence of flow speed of the pulp through the cells on the flotation duration.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 611.51 : 622.279

Bălan, M. *On the operating conditions of pumping and antipumping systems by centrifugal compressors for natural gas*

After a review of the evolution and destination of the centrifugal compressors for the gas industry, the author presents their operating and protection problems, as well as the calculation of a prevention and safety system in order to avoid faulty operating.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32 , nr. 6, 1981

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.274 : 621.879

Бужак, Г. *Способ проходки по падению траншей с помощью роторных экскаваторов*

Описывается способ проходки по падению вскрышной траншеи с помощью роторных экскаваторов типа Sch Rs 1400—30/7, который автором считается выгодным с технической, экономической и организационной точек зрения чем способ, применяемый в настоящее время на карьерах Олтении — с транспортом пустой породы, полученной из нескольких слоев.

Ключевые слова: проходка, траншея, роторные экскаваторы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 :65.011.54

Матака, Э., Кокулеску, М. и Жижие, П. *Очистные механизированные комплексы IV-го поколения в угольном бассейне Олтении*

Авторы рассматривают технические решения для различных вариантов технологии комплексной механизации, в соответствии с частными характеристиками очистных забоев лигнитнах шатх бассейна Олтения.

Ключевые слова: очистные механизированные комплексы IV поколения, лигнит.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 :621.313

Попеску Родика *Соображение о рационализации расхода электроэнергии на угольных предприятиях бассейна Олетнии*

Рассматривается расход электроэнергии по отдельным видам оборудования и работ, а также факторы, влияющих на расход, указывая пути его снижения.

Ключевые слова: рационализация, расход, электроэнергия, угольные предприятия

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.338 :553.042

Покомнику, И. *Комплексный метод уменьшения водоносного потенциала в целях использования лигнитных запасов, залегающих в трудных гидрогеологических условиях*

Автор рассматривает комбинированную технологию осушения, применяемую при проходке через плывуны, а также результаты, плолученные в двух шахтных полях.

Ключевые слова: метод, уменьшения, водоносный потенциал, лигнит.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332.621.879

Стокицою, А., Висалон, Д. и Джурджулеску, Б. *Соображения об определении силы резаний многоковшевыми экскаваторами на лигнитных карьерах*

В работе определяется более точное выражение силы резания многоковшевыми экскаваторами, а также приводится анализ влияющих на нее факторов.

Ключевые слова: сила резания, лигнит, многоковшевые экскаваторы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 621.879 :622.793.621.313

Сабо, К. и Короеску, Т. *О приводе скребка отстойников для твердых суспензий*

Представлены новое приводное устройство для скребка отстойников для твердых суспензий, работающее с асинхронным электродвигателем, а также полученные при этом экономии, по сравнению с классическим приводом с электродвигателями вращательного типа.

Ключевые слова: привод, скребок, отстойник, твердые суспензии, асинхронный двигатель

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.765

Ганицки, С. *Метод определения размеров и мощностей флотоустановок*

Автор представляет новый метод определения размеров и мощностей флотационных установок, основанный на новое толкование о влиянии скорости течения пульпы через флотомашины на период флотации.

Ключевые слова: метод, мощность, размеры, флотационные установки, период флотации

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 611.51 :622.279

Бэлан, М. *Об условиях осуществления откачки и системах противооткачки у центробежных компрессоров для природных газов*

После представления развития конструкции и назначения центробежных компрессоров для газовой промышленности, автор описывает принцип их действия, способ защиты, а также расчет системы предупреждения и защиты во избежании анормальных условий эксплуатации.

Ключевые слова: откачка, противооктачка, центробежный компрессор, газовая промышленность

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

SOMMAIRE

C.Z. 622.274 : 621.879

Bujac, Gh. *Méthode d'excavation des tranchées en pente avec les excavateurs à roue-pelle*

On décrit une méthode d'excavation des tranchées d'accès en pente par des excavateurs à roue-pelle type SchRs 1400 — 30/7 considerée par l'auteur plus avantageuse du point de vue technique, économique et organisateur en comparaison avec la méthode actuelle appliquée dans les carrières de lignite de Oltenia (excavation par tranches).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 65.011.54

Matacă, E., Coculescu M. et Jijie, P. *La 4ème génération des complexes d'abattage au basin minier de Oltenia*

Les auteurs analysent les solutions techniques adoptées pour réaliser les divers sous-ensembles des complexes en conformité avec les charactéristiques particulières des abattages des mines de lignite de Oltenie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.313

Popescu Rodica *Considérations sur la rationalisation de la consommation de l'énergie électrique dans les unités minières du basin de Oltenia*

On analyse la proportion de la consommation de l'énergie évaluée par type de outillages et activité, ainsi que les facteurs d'influence et les voies de diminuer cette consommation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 553.042

Pocomnicu, I. *Méthodologie complexe de réduction du potentiel aquifère pour la valorisation des réserves de lignite situées en conditions difficiles hydrogéologiques*

L'auteur analyse une technologie combinée de drainage utilisée pour traverser les sables aquifères ainsi que les résultats obtenus en deux perimètres miniers.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.879

Stochiţoiu, A., Visalon, D. et Giurgiulescu, B. *Considérations sur la détermination de la force de coupe des excavateurs à roue pelle des carrières de lignite*

Dans l'article ou détermine une expression plus exacte de la force de coupe des excavateurs à roue pelle et on fait une analyse des facteurs qui influencent cette force.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 621.879 : 622.793 : 621.313

Szabo, C. et Coroescu, T. *Sur la commande du bras racleur des décanteurs pour suspensions solides*

Ou présent un nouveau dispositif de commande du bras des décanteurs pour suspensions solides réalisé à l'aide d'un moteur électrique asynchrone, ainsi que les épargnes qu'on peuvent les réaliser en comparaison avec la commande classique avec des moteurs électriques rotatifs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.765

Ganiţchi, S. *Procédée pour dimensioner les installations de flotation*

L'auteur présent un procédée de dimensioner les installation de flotation basé sur une nouvelle interpretation de l'influence de la vitesse d'écoulement de la pulpe à travers des celules sur le temps de flotation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 611.51 : 622.279

Bălan, M. *Sur les conditions de réalisation du pompage et systèmes antipompage aux compresseurs centrifuges pour gas naturels*

Après une présentation de l'évolution et de la destination du compresseur centrifuge dans l'industrie du gas, l'auteur décrit son fonctionnement, mode de protection, ainsi que la calculation d'un système de prévention et protection pour éviter des conditions defectueuses de l'exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

INHALT

C.Z. 622.274 : 621.897

Bujac, Gh. *Grabenverfahren in der schrägen Richtung der Aufschusseinschnitte mit Schaufelradbagger*

Es wird eine Grabenverfahren des Aufschusseinschnittes in der schrägen Richtung mit dem Schaufelradbagger Typus SchRs 1400—30/7 dargestellt. Der Verfasser betrachtet diese Verfahren aus technische, wirtschaftliche und organisatorische Standpunkt noch vorteilhaft als den aktuelle Scheiben verfahren ausgeführt in der Oltenia Tagebauen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.323 : 65.011.54

Matacă, E., Coculescu, M. und Jijie, P. *Vollmechanisierte Strebausrüstung aus der 4ten Generation in der Oltenia Kohlenbecken*

Die Verfassern analysieren die technische Lösungen angennomen für verschiedenen Bestandteile der vollmechanisierten Strebrüstungen in Übereinstimmung mit der spezifischen Eigenschaften der Abbaueinheiten von Oltenia Lignitbecken.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.313

Popescu Rodica *Betrachtungen über die Rationalisierung des Energieverbrauchs in der bergmännischen Einheiten von Oltenia Kohlenbecken*

Es werden den Anteil des Energieverbrauchs als Funktion der Anlagen und Tätigkeiten wie also ihren Einflussfaktoren und die Verringerungsmöligchkeiten analysiert.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 553.042

Pocomnicu, I. *Komplexe Methodologie für die Verringerung des wasserführenden Potenzials für die Verwertung des Lignites*

Der Verfasser analysiert eine kombinierte Entwässerungstechnologie verwendet für das Überschreiten der wasserführeden Sände. Also die erhaltene Ergebnissen in zwei Grubenfelden sind gegeben.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.332 : 621.879

Stochițoiu, A., Visalon, D. und Giurgiulescu, B. *Betrachtungen über die Bestimmung der Schnittkraft der Schaufelradbaggermaschinen aus der Lignittagebauen*

Im Artikel eine genauere Expression der Schnittkraft nach der Schaufelradbaggermaschinen wie eine Analyse der Einflussfaktoren ist dargestellt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 621.879 : 622.793 :21.313

Szabo, C. und Coroescu, T. *Über den Antrieb des Abstreichersarmes der Klärbecken für Trübe*

Die Verfassern stellen eine neue Antriebsvorrichtung des Abstreichersarmes der Klärbecken ausgerüstet mit eine Asynchronmotor dar. Also die erhaltene Ersparnisse in Vergleich mit dem klassische Antrieb sind gegeben.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 622.765

Ganițchi, S. *Verfahren für die Dimensionierung der Flotationsanlagen*

Der Verfasser stellt eine Dimensionierungsverfahren der Flotationsanlagen aufgrund einer neuen Auslegung des Einflusses der Trube-Geschwindigkeit durch die Flotationszellen über den Flotationszeit dar.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 1981

C.Z. 611.51 : 622.279

Bălan, M. *Über die Förderverhältnisse der Erdgase mit Zentrifugalkompressoren*

Nach einer Darstellung der Entwicklung und des Bestimmungsorts der Zentrifugalkompressoren in der Gasindustrie, der Varfasser stellt ihren Betriebs- und Schutzmassnahmen vor. Also die Berechnung eines Warnungs- und Schutzsystemes für gute Betriebsverhältnisse ist entwickelt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 32, nr. 6, 198

Revista MINE, PETROL și GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei din Republica Socialistă România. Redacția revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol și geologie, str. Biserica Amzei nr. 23 sector. 1, telefon 59.29.75. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector I, al Institutului de Geologie și Geofizică, str. Caransebeș nr. 1 sectorul 1. Tariful pentru întreprinderi : 160 lei anual ; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : 50 lei anual ; costul unui exemplar : 5 lei

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 1229

***Taxele poștale achitate conform aprobării D.G.P. Tc.* nr. 137/224/1981.**

43 103

c. 1299 — I. P. Informația

Metodă de săpare pe înclinare a tranşeelor de deschidere cu excavatoare cu rotor

Ing. Gh. Bujac
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Generalităţi

În bazinul minier al Olteniei s-a generalizat metoda de săpare a tranşeelor de deschidere a carierelor cu următorul utilaj tehnologic de bază: excavatoare cu rotor, cu precădere de tip SchRs-1400; transportoare cu bandă cu covor de cauciuc; maşini de haldat, în special tipurile A_2RsB 1800/50 + 90 şi A_2Rs B 4400.

Avînd în vedere că utilajele folosite sînt de capacităţi mari şi fac parte din grupa utilajului foarte greu, metoda de săpare a tranşeelor de deschidere trebuie să satisfacă următoarele cerinţe.

1. Să asigure o înălţime de front cît mai mare, pentru ca utilajele tehnologice să lucreze cu capacitatea maximă. Este cunoscut faptul că înălţimea de excavare la care productivitatea excavatorului poate fi maximă este de cel puţin 15—20 m.

2. Să asigure reducerea la minimum şi, dacă este posibil, să înlăture excavaţiile de mică productivitate.

3. Să reducă la minimum opririle tehnologice, în special cele generate de riparea transportoarelor.

4. Să permită reducerea la minimum a opririlor cauzate de executarea unor lucrări complementare, cum ar fi: accesul în carieră, montajul transportoarelor pe cota definitivă a celei săpate şi ieşire din carieră, creînd posibilitatea realizării în paralel a tuturor acestor lucrări.

II. Metoda de săpare a tranşeelor de deschidere folosită în prezent

1. *Descrierea metodei*

Pentru săparea tranşeelor de deschidere se foloseşte metoda în felii orizontale, cu adîncimea maximă de 5 m (fig. 1), care constă în următoarele.

a. Transportoarele se montează la cota terenului pe toată lungimea carierei.

b. Excavatorul sapă blocul cu o adîncime de 5 m executînd, în partea dinspre transportor, un plan înclinat cu panta de 1 : 5 pentru riparea transportorului de front în excavaţia nou creată. O adîncime mai mare de 5 m nu este posibilă deoarece şenila excavatorului ar intercepta planul înclinat pe care l realizează pentru riparea transportorului.

c. După executarea primului bloc cu $h = 5$ m, se ripează transportorul pe un plan înclinat de 1 : 5 în excavaţia nou creată, după care se sapă celelalte blocuri, pînă la limita prevăzută la nivelul transportorului.

d. După realizarea excavaţiilor la nivelul transportorului, se sapă un bloc denivelat de 5 m, după care urmează riparea pe planul înclinat.

Procesul tehnologic se repetă pînă cînd transportorul este adus, prin ripări succesive, la cota finală — 20 m, cît este înălţimea treptei.

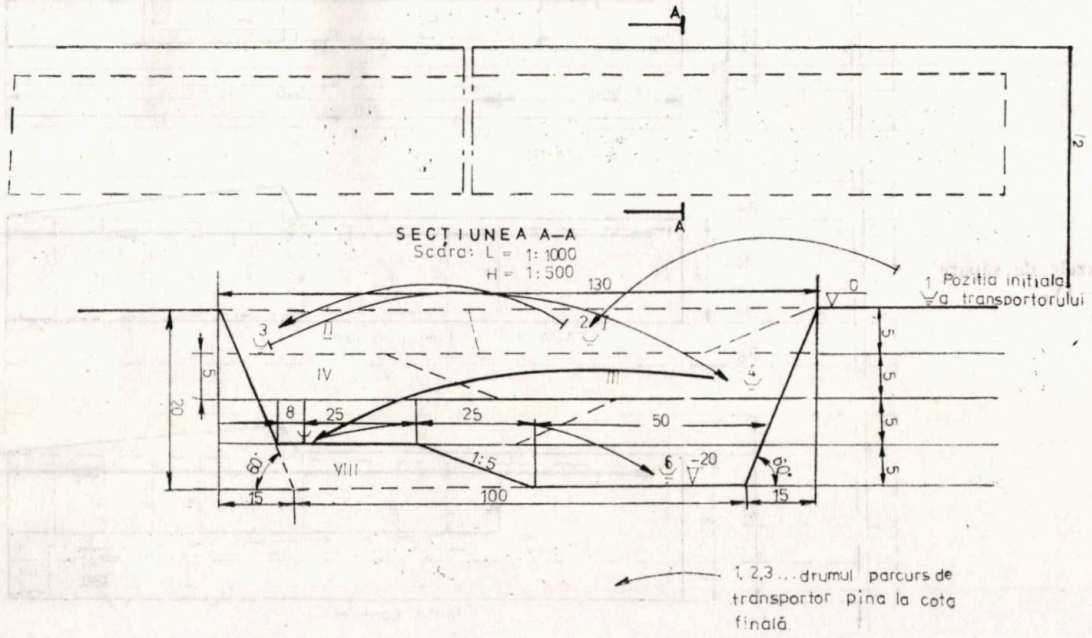


Fig. 1. Drumul parcurs de transportor pînă la cota finală.

Aşadar, pentru ca transportorul de front să fie adus la cota definitivă a treptei, trebuie să se facă patru ripări pe plan înclinat de 1 : 5.

2. *Dezavantajele metodei*

1. Înălţimea de excavare de numai 5—6 m, cu mult inferioară înălţimii de treaptă care asigură productivitatea maximă a excavatorului (20 m), conduce la :

— realizarea unor productivităţi orare de numai 45—50%, din capacitatea garantată a excavatorului;

— avansul mare pe direcţie al excavatorului produce dereglarea transportorului din cauza vehiculării masei de preluare pe transportor (în special la excavatorul SRs-2000);

— staţionări datorită unui număr sporit de ripări;

— durata mare a ripărilor pe plan înclinat.

2. Folosirea excavatorului cu rotor la excavarea planului înclinat de ripare a transportorului de front duce la o utilizare neraţională a acestuia şi cu un grad mare de risc privind defecţiunile electrice la troliul de ridicare.

3. Riparea transportorului de front pe plan înclinat de 1 : 5 se face în condiţii foarte grele, mai ales în anotimpurile cu mare umiditate (toamna, iarna, primăvara), imobilizează mijloace şi forţe importante de muncă şi necesită foarte mult timp. Datorită înrăutăţirii caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor şi marnelor (se reduce capacitatea portantă a acestora), riparea durează 15—30 zile, în unele cazuri şi mai mult.

Dacă luăm în considerare faptul că riparea se face în partea inferioară, în spaţii înguste, care nu pot fi amenajate corespunzător, mai ales cînd se lucrează cu rotorul sub nivel (multe denivelări), riparea transportorului se face în condiţii foarte grele, datorită acumulărilor locale de ape.

4. Riparea pe plan înclinat cu panta de 1 : 5 (ripare anormală), efectuată în mod repetat, duce la deteriorarea transportorului de front, datorită condiţiilor foarte grele de ripare; se produc deformări ale elementelor de construcţie a cadrelor, a traverselor, neasigurîndu-se o funcţionare corectă a covorului de cauciuc; se produc devieri ale acesteia, ceea ce imprimă transportorului un sporit grad de incertitudine în funcţionare, respectiv creşterea numărului orelor de staţionare, materializat într-un coeficient de funcţionare extensiv redus. Dereglarea funcţionării transportoarelor duce la dezorganizarea procesului de producţie.

Toate aceste dezavantaje au ca efect prelungirea duratei de deschidere şi de punere în funcţiune a carierelor.

III. Metoda de săpare pe înclinare a tranşeelor de deschidere

Caracteristica principală a acestei metode este deschiderea tranşeei pe toată înălţimea treptei (20 m), prin săparea pe înclinare a accesului pînă la atingerea cotei inferioare a acesteia.

Fazele de realizare a excavaţiilor sînt prezentate în figurile 2—9. Excavarea se poate face

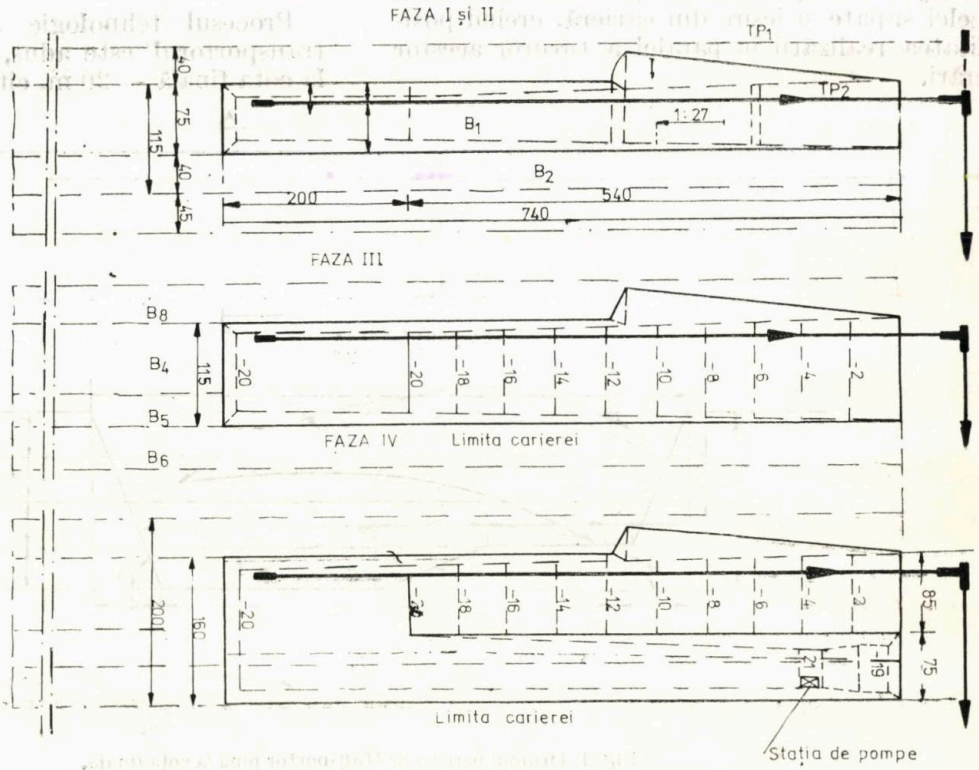


Fig. 2. Fazele de săpare I—IV.

cu un excavator sau, concomitent, cu două excavatoare.

1. *Descrierea metodei. Varianta de deschidere cu un excavator*

Circuitul de benzi se montează la cota terenului.

Transportorul de front se montează pe o lungime de numai 350 m (fig. 2, fazele I și II; poziția transportorului TP_1-punctat).

Excavatorul va ataca planul înclinat de acces din extremitatea opusă limitei carierei pe înălțimea blocului de 75 m, cu tăiere sub șenilă pe direcția de avans, pînă la atingerea adîncimii de 6 m, excavația făcîndu-se cu panta de 1 : 27 (excavatorul SchRs-1400 permite panta în lucru de 1 : 25).

Tăierea cu rotorul sub nivel pe lungimea de 162 m trebuie făcută pentru a crea spațiul necesar excavatorului de a fi cuplat cu banda de front T 1 în poziția I (TP_1-punctat).

După realizarea acestei excavații (circa 37 000 m³), excavatorul este deplasat în interiorul tranșeei, continuînd excavarea pînă la diferența de nivel de 10 m, cît permite denivelarea între trenurile excavatorului (trenul principal și căruciorul port-braț), respectiv circa 300 m, excavîndu-se circa 90 000 m³.

După realizarea acestor excavații, transportorul se ripează în excavație pe un aliniament amplasat la 6—7 m de proiecția orizontală a muchiei inferioare a taluzului.

În continuare excavarea se face prin prelungirea repetată a transportorului de front, pe măsura avansării tranșeei.

Excavația continuă pe direcția de avans pe o distanță de 740 m, din care 540 m planul înclinat și 200 m săpate la cota definitivă, după care se procedează la lărgirea planului înclinat, săparea blocului B_2 și apoi a blocului B_3. Dealtfel, una din variante ar putea fi lărgirea excavației, concomitent cu săparea primului bloc, blocul B_1.

Fazele de excavare sînt arătate în figura 2, fazele I—IV.

După săparea blocului B_3 (fig. 3, faza VI), se realizează condiții pentru săparea planului de ieșire a transportoarelor din carieră și începerea montajului la transportoarele de pe vatra carierei.

În continuare se execută excavarea blocurilor B_4 și B_5 prin prelungirea periodică a transportorului de front în spatele excavatorului. Pentru ca prelungirea transportorului să se facă la distanțe cît mai mari, este necesar să se lucreze cu un cărucior BRs. În acest fel pasul de prelungire al transportorului va fi de 160 m, ceea ce corespunde la 320 000 m³. Pentru prelungire s-au luat în considerare șapte zile, perioadă acoperitoare, care se poate reduce, orientînd excavațiile în felul următor:

— se sapă 160 m din blocul B_4;

— se retrage excavatorul pentru reluarea excavării în blocul B_5;

— se execută excavațiile în blocul B_5.

În perioada în care se execută excavarea în blocul B_5, se pot face pregătirile pentru prelungirea, respectiv montarea tronsoanelor, vulcanizarea la sol a îmbinării covorului. Se recomandă a se lucra cu două capete de întoarcere (unul de rezervă), care vor fi utilizate alternativ, aceasta pentru a simplifica lucrările de prelungire.

Tot în interesul reducerii opririlor pentru prelungire, cablurile de forță, semnalizare și comandă, se pot vulcaniza la multiplii de pas de prelungire, păstrîndu-se sub formă de rezervă lîngă transportor.

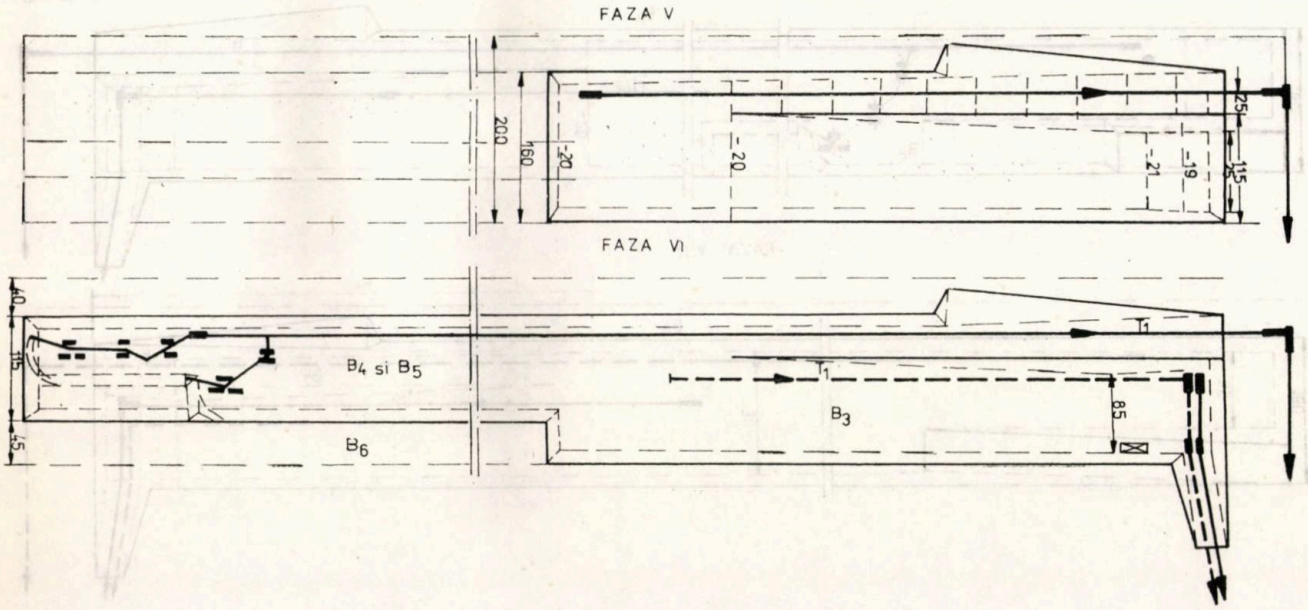


Fig. 3. Fazele de săpare V—VI.

Tehnologia de excavare a blocurilor B_4 și B_5 este prezentată în figura 3, faza VI.

După excavarea blocurilor B_4 și B_5 se trece la excavarea blocului B_6, începînd cu planul înclinat de acces definitiv în carieră pentru excavatoare, astfel încît după realizarea a 200 m să se poată executa planul înclinat cu excavatoare cu lingură și buldozere.

În perioada excavării blocurilor 4, 5, 6 (circa 10 luni) se execută planul înclinat de ieșire a transportoarelor din carieră și montarea circuitului de benzi T 1/2 (fig. 4, faza VII).

După realizarea excavării blocului B_6, cariera se prezintă ca în figura 4 faza VII. În această poziție, transportorul T 1 se demontează de pe planul înclinat pe o lungime de circa 700 m, după care se sapă blocul B_7 (care, dealtfel, este planul înclinat), folosind circuitul de transport T 1/2 montat în excavații.

Excavarea blocului B_7 s-a considerat că se face cu excavatorul nr. 2, a cărui punere în funcțiune se face în 10 luni, excavatorul nr. 1 fiind trecut în revizie anuală, concomitent cu aceasta executîndu-se demontarea și remontarea circuitului T_2. Programarea lui în revizie anuală a fost dictată de suprapunerea cu montajul circuitului de benzi nr. 2.

În continuare se excavează blocul B 8/2 (700 m) (fig. 5, faza IX), după care transportorul T 1/2 se ripează, cuplîndu-se cu transportorul T 1 rămas în jumătatea carierei după secționarea sa înainte de săparea blocului B_7.

În acest fel transportorul T 1 este adus pe cota definitivă.

Excavatorul nr. 1 își reia activitatea după două luni, după ce s-a făcut montarea circuitului nr. 2 de transport, prin excavarea blocului 8 cu excavatorul nr. 1 (fig. 5).

Blocul B_9 se sapă cu ambele excavatoare în contrafront (fig. 6).

Prin realizarea excavațiilor în blocul B_9 inclusiv, se crează spațiul minim necesare pentru atacarea treptei nr. 2, la unghiul de taluz al lunetei carierei de 15°, rezultat din următoarele dimensiuni:

$l_1 = \frac{20}{\text{tg } 15°} = \frac{20}{0{,}27} = 75$ m — berma treptei nr. 1 la limita carierei;

l_2 = lățimea minimă de atac a treptei nr. 2 cu excavatorul SchRs 1400 = 75 m;

l_3 = lățimea minimă a bermei treptei nr. 1 spre partea de avans a carierei = 90 m.

Total = 240 m deschiderea minimă a excavației treptei nr. 1 pentru atacarea treptei nr. 2 (fig. 7, faza XI).

Planograma orientativă a lucrărilor de deschidere a treptei nr. 1 și programul de lucru al excavatoarelor sînt arătate în figura 10 pentru front cu lungimea de 1 500 m și înălțimea de treaptă de 20 m. Programul tip pentru deschidere este arătat în tabelul 1.

Durata lucrărilor de deschidere a treptei nr. 1 pînă la atacarea treptei nr. 2 este de aproximativ 14 luni și jumătate, cu toate că

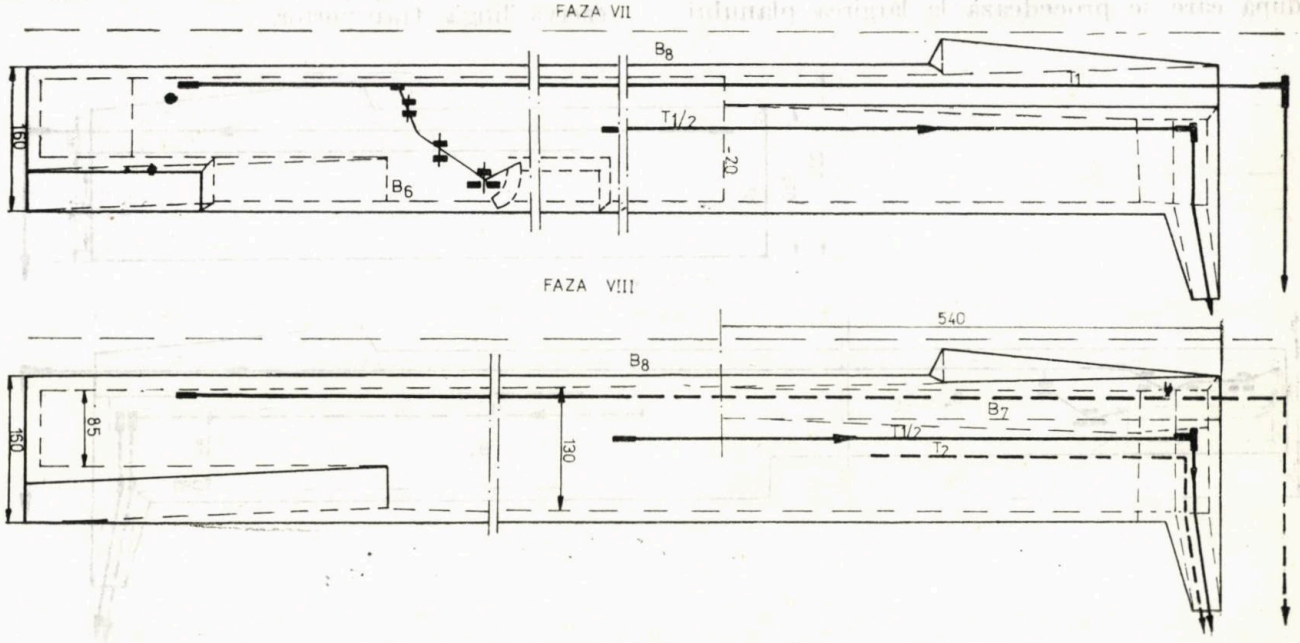


Fig. 4. Fazele de săpare VII—VIII.

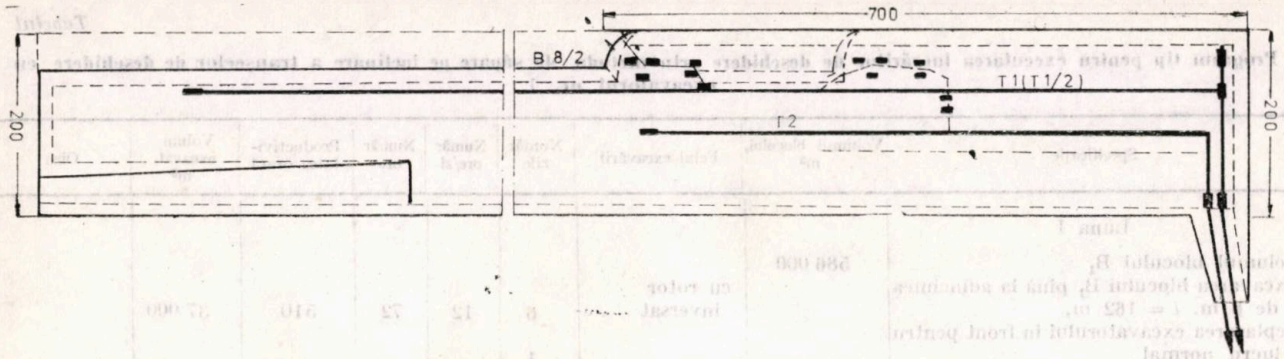


Fig. 5. Faza de săpare IX.

s-a calculat cu un coeficient de utilizare extensiv de numai 57%, un coeficient de folosire intensiv de numai 66%, respectiv un coeficient de folosire total de 37,5%.

o realizare a tranşeei în 9—10 luni, după care unul din excavatoare continuă excavaţiile în treapta nr. 1, iar celălalt în treapta nr. 2. (fig. 8).

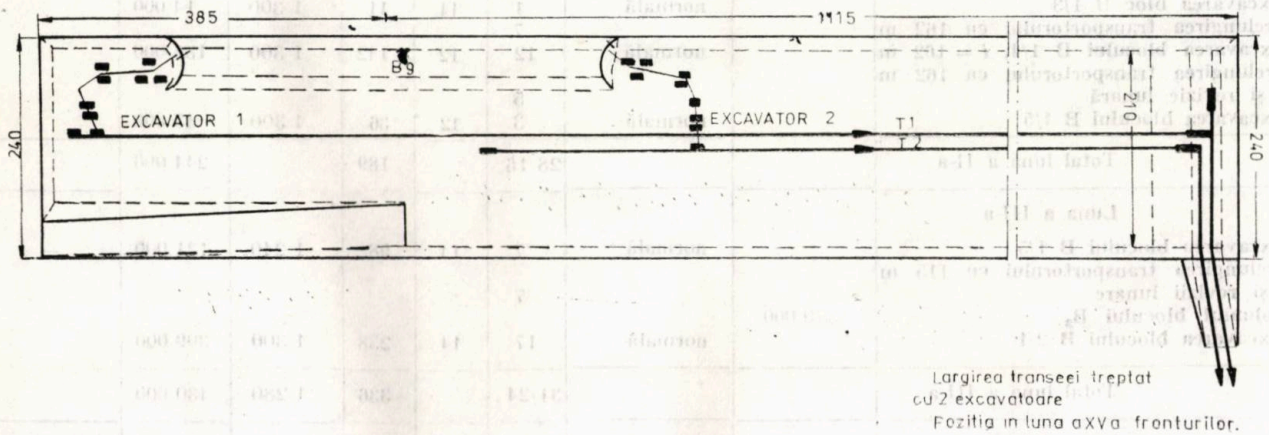


Fig. 6. Faza de săpare X.

Pînă în prezent cu metoda aplicată nu s-au obţinut asemenea performanţe în deschidere.

Succesul metodei este mai evident dacă la săpare se folosesc la început două excavatoare SchRs 1400 (fig. 8). Calculul informativ arată

VI. Protecţia carierei împotriva pătrunderii apelor şi gospodărirea apelor în cariere

Pentru protejarea carierei împotriva pătrunderii apelor în excavaţii, pe conturul suprafeţei şi transversal (fig. 9) se execută şanţuri cu o

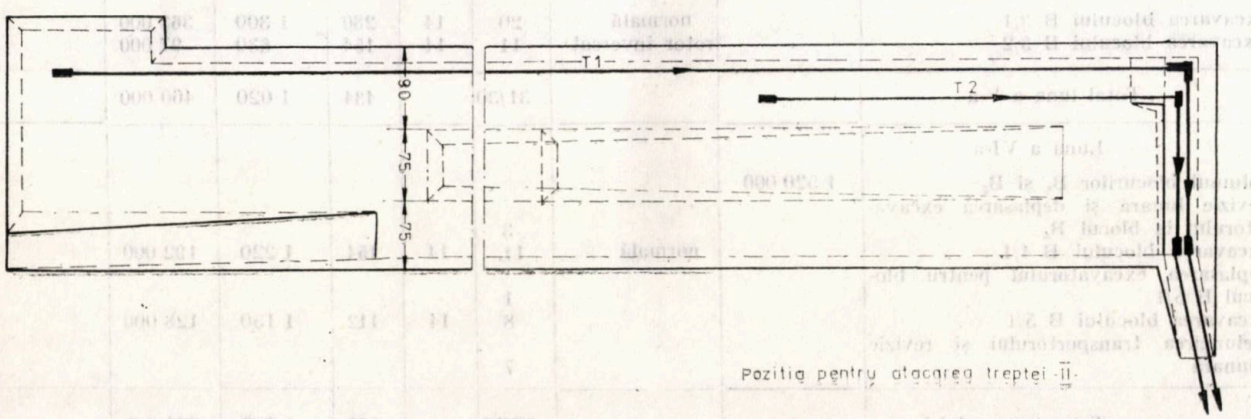


Fig. 7. Faza de săpare XI.

Tabelul 1

Program tip pentru executarea lucrărilor de deschidere prin metoda de săpare pe înclinare a tranşeelor de deschidere cu excavatorul nr. 1

Specificaţie	Volumul blocului, m³	Felul excavării	Număr zile	Număr ore/zi	Număr ore	Productivitatea orară	Volum excavat, m³	Obs.
Luna I								
Volumul blocului B_1	586 000							
Excavarea blocului B_1 până la adîncimea de 6 m, $l = 162$ m,		cu rotor inversat	6	12	72	510	37 000	
Deplasarea excavatorului în front pentru lucru normal			1					
Excavarea blocului B 1/2 până la $h = 10$ m, $l = 150$ m		cu rotor normal	8	12	90	1 000	90 000	se execută cu buldozere şi dragline
Executarea planului înclinat pentru riparea transportorului la 10 m			5					
Riparea transportorului			5					
Excavarea blocului B 1/3, $l = 120$ m			6	12	72	1 300	94 000	
Total luna I			31/20		232	1 300	221 000	
Luna a II-a								
Excavarea bloc B 1/3		normală	1	11	11	1 300	14 000	
Prelungirea transportorului cu 162 m			7					
Excavarea blocului B 1/4, $l = 162$ m		normală	12	12	142	1 300	185 000	
Prelungirea transportorului cu 162 m şi revizie lunară			5					
Excavarea blocului B 1/5		normală	3	12	36	1 300	45 000	
Total luna a II-a			28/16		189		244 000	
Luna a III-a								
Excavarea blocului B 1/5		normală	7	14	98	1 240	121 000	—
Prelungirea transportorului cu 115 m şi revizii lunare			7					
Volumul blocului B_2	370 000							
Excavarea blocului B 2/1		normală	17	14	238	1 300	309 000	
Total luna a III-a			31/24		336	1 280	430 000	
Luna a IV-a								
Excavarea blocului B 2/1		normală	2	15,5	31	1 300	41 000	
Excavarea blocului B 2/2		normală	3	14	42	277	20 000	
Volumul blocului B_3	824 000							
Excavarea blocului B 3/1		normală	20	14	280	1 300	364 000	
Riparea transportorului de haldă şi revizii lunare			5					
Total luna a IV-a			30/25		353	1 210	425 000	
Luna a V-a								
Excavarea blocului B 3/1		normală	20	14	280	1 300	363 000	
Excavarea blocului B 3/2		rotor inversat	11	14	154	630	97 000	
Total luna a V-a			31/30		434	1 020	460 000	
Luna a VI-a								
Volumul blocurilor B_4 şi B_5	1 520 000							
Revizie lunară şi deplasarea excavatorului la blocul B_4			3					
Excavarea blocului B 4/1		normală	11	14	154	1 220	192 000	
Deplasarea excavatorului pentru blocul B 5/1			1					
Excavarea blocului B 5/1			8	14	112	1 150	128 000	
Prelungirea transportorului şi revizie lunară			7					
Total luna a VI-a			30/19		266	1 200	320 000	

(Tabelul 1 continuare)

Specificație	Volumul blocului, m³	Felul excavării	Număr zile	Număr ore/zi	Număr ore	Productivitatea orară	Volum excavat, m³	Obs.
Luna a VII-a								
Excavarea blocului B 4/2		normală	11	14	154	1 220	192 000	
Deplasarea excavatorului la blocul B 5/2			1					
Excavarea blocului B 5/2		normală	8	14	112	1 150	128 000	
Prelungirea transportorului și ripare haldă + revizii			7					
Excavarea blocului B 4/5			4	14	56	1 220	68 000	
Total luna a VII-a			31/23		322	1 210	388 000	
Luna a VIII-a								
Excavarea blocului B 4/3		normală	7	14	98	1 220	124 000	
Deplasarea excavatorului la blocul B 5/3			2					
Excavarea blocului B 5/3		normală	8	14	112	1 150	128 000	
Prelungirea transportorului			7					
Excavarea blocului B 4/4		normală	7	14	98	1 220	124 000	
Total luna a VIII-a			31/22		308	1 210	376 000	
Luna a IX-a								
Excavarea blocului B 4/4		normală	4	14	56	1 220	68 000	
Deplasarea excavatorului la blocul B 5/4			1					
Excavarea blocului B 5/4		normală	7	14	98	1 310	128 000	
Prelungire transportor — 100 m + revizie lunară			4					
Excavarea blocului B 4/5		normală	8	14	112	1 280	144 000	
Deplasarea excavatorului la blocul B 4/10			1					
Excavarea blocului B 5/5		normală	5	15	75	1 280	96 000	
Total luna a IX-a			30/24		341	1 280	436 000	
Total etapele I + II			273/203	13,6	2781	1 180	3300000	
Luna a X-a								
Deplasarea la blocul B 6			2					
Volumul blocului B 6	504 000							
Excavarea blocului B 6		normală	25	14	350	1 200	420 000	
Revizie lunară			4					
Total luna a X-a			31/25		350	1 200	420 000	
Luna a XI-a								
Excavarea blocului B 6		normală	5	14	70	1 200	84 000	
Demontarea transportorului T1 de pe planul înclinat și aducerea capetelor de acționare în carieră, montaj circuit II și revizie anuală			25					
Total luna a XI a			30/5		70	1 200	84 000	
Luna a XII-a								
Idem, inclusiv rodaj și probe			31					
Total luna a XII-a			31/0					
Luna a XIII-a								
Volumul blocului B 9/1	885 000							
Excavarea blocului B 9/1		normală	25	14	350	1 200	420 000	
Revizie lunară			6					
Total luna a XIII-a			31/25		350	1 200	420 000	
Luna a XIV-a								
Excavarea blocului B 9/1		normală	22	14	308	1 180	362 000	
Revizia			6					
Total luna a XIV-a			28/22		308		362 000	
Luna a XV-a								
Excavarea blocului B 9/1		normală	6	14	84	1 225	103 000	
Total luna a XV-a			6/6		84		103 000	
Total excavator nr. 1			430/286	13,7	3 943	1 190	4 689 000	

Coeficient de folosire extensiv $\frac{3943}{266 \times 24} \cdot 100 = 57$

Coeficient de folosire intensiv $\frac{1185}{1800} \cdot 100 = 66$

Coeficient de folosire integral $\frac{66 \times 57}{100}$ 37,5

(Tabelul 1 continuare)

Programul de excavații pentru excavatorul nr. 2, treapta nr. 1

Specificație	Volumul blocului, m³	Felul excavării	Număr zile	Număr ore/zi	Număr ore	Productivitatea orară	Volum excavat, m³	Obs.
Luna a XI-a								
Demontarea transportorului T1 pe planul înclinat (700 m)			5					
Excavarea blocului B_7 (plan înclinat)		normală	13	14	182	1 120	203 000	
Volumul blocului B 8/1	548 000							
Excavarea blocului B 8/1		normală	7	14	98	1 125	110 000	
Total luna a XI-a			25/20		280		313 000	
Luna a XII-a								
Excavarea blocului B 8/1		normală	25	14	350	1 230	438 000	
Riparea T 2 și cuplarea cu T1 — revizie lunară			6					
Total luna a XII-a			31/25		350		438 000	
Total pînă la aducerea transportorului T1 în poziție definitivă			365		3 831	1 125	4 555 000	
Luna a XIII-a								
Volumul blocului B 8/2	640 000							
Excavarea blocului B 8/2		normală	25	14	350	1 220	438 000	
Revizii lunare			6					
Total luna a XIII-a			31/25		350		438 000	
Luna a XIV-a								
Excavarea blocului B 8/2		normală	12	14	168	1 210	202 000	
Volumul blocului B 9/2	303 000							
Excavarea blocului B 9/2		normală	11	14	154	1 300	200 000	
Revizie			5					
Total luna a XIV-a			28/23		322		402 000	
Luna a XV-a								
Excavarea blocului B 9/2		normală	6	14	84		103 000	
Total luna a XV-a			6/6	14	84		103 000	
Total excavator nr. 2			121/99	14	1 386	1 220	1 694 000	
Total excavator nr. 1 + nr. 2							6 383 000	

După realizarea acestei cantități se poate ataca treapta nr. 2

adîncime de 1—1,5 m, izolate hidrofug cu rășini sintetice. Aceste șanțuri au legături cu transeele de asecare.

Pe timpul executării excavațiilor pînă în blocul B_3 inclusiv, se folosesc pompe mobile, de preferință tip Flygt, care pompează apa din excavații în șanțurile de protecție de pe conturul suprafeței.

După excavarea blocului B_3 se montează o stație de pompe pe treaptă.

Excavațiile se realizează cu o ușoară înclinare spre stația de pompe, respectîndu-se următoarele cote:

— la stația de pompe, — 21 m;
— la mijlocul carierei, — 20 m;
— la extremitatea opusă, — 19 m.

Transportoarele de legătură din carieră se montează pe o platformă la cota — 19 m, respectiv cu circa 2 m mai sus decît cota stației de pompe.

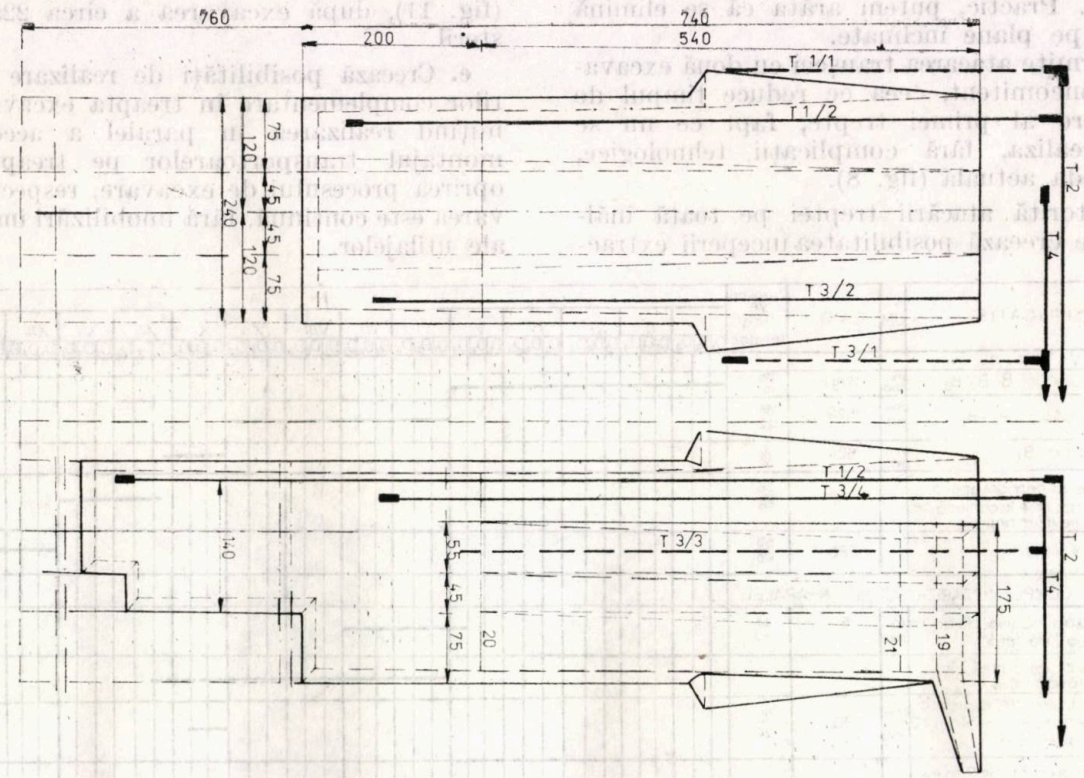


Fig. 8. Faze de săpare la deschiderea cu două excavatoare.

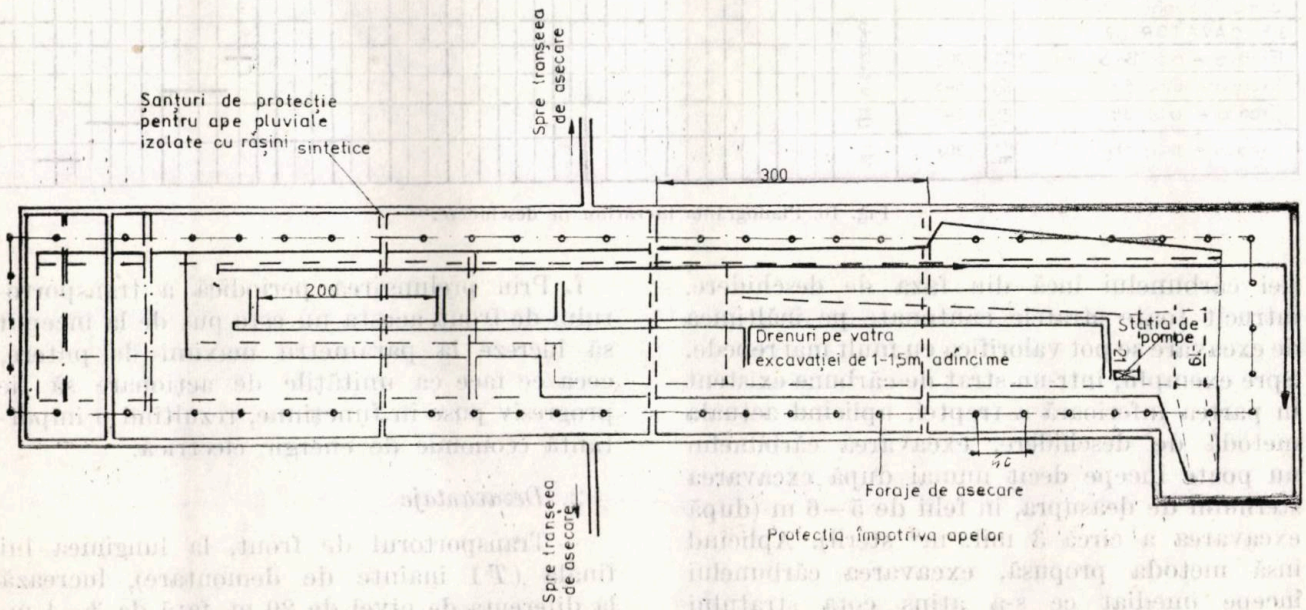


Fig. 9. Protejarea carierei împotriva apelor.

V. Avantajele și dezavantajele metodei propuse

1. *Avantaje*

a. Cu excepția excavării a 134 000 m³ în timpul deschiderii, metoda oferă condiții optime din punctul de vedere al înălțimii de treaptă, pentru realizarea productivității maxime a excavatoarelor cu rotor, adică o înălțime de 20 m, față de 5 m, cît oferă metoda aplicată în prezent.

b. Numai cu o ripare scurtă pe o lungime de 350 m se excavează pe poziția neschimbată a transportorului de front 3 804 000 m³ steril, păstrîndu-se astfel integritatea transportorului de front și facilitînd funcționarea corectă a

acestuia. Practic, putem arăta că se elimină ripările pe plane înclinate.

c. Permite atacarea tranşeei cu două excavatoare concomitent, ceea ce reduce timpul de deschidere al primei trepte, fapt ce nu se putea realiza, fără complicaţii tehnologice, cu metoda actuală (fig. 8).

d. Datorită atacării treptei pe toată înălţimea, se creează posibilitatea începerii extracţiei cărbunelui încă din faza de deschidere, întrucît toate stratele cantonate pe înălţimea de excavare se pot valorifica cu mult mai repede. Spre exemplu, într-un strat de cărbune existent în partea inferioară a treptei, aplicînd actuala metodă de deschidere, excavarea cărbunelui nu poate începe decît numai după excavarea sterilului de deasupra, în felii de 5—6 m (după excavarea a circa 3 mil. m³ steril). Aplicînd însă metoda propusă, excavarea cărbunelui începe imediat ce s-a atins cota stratului (fig. 11), după excavarea a circa 225 000 m³ steril.

e. Creează posibilităţi de realizare a lucrărilor complementare în treapta excavată, permiţînd realizarea în paralel a accesului şi montajul transportoarelor pe treaptă, fără oprirea procesului de excavare, respectiv excavarea este continuă, fără imobilizări importante ale utilajelor.

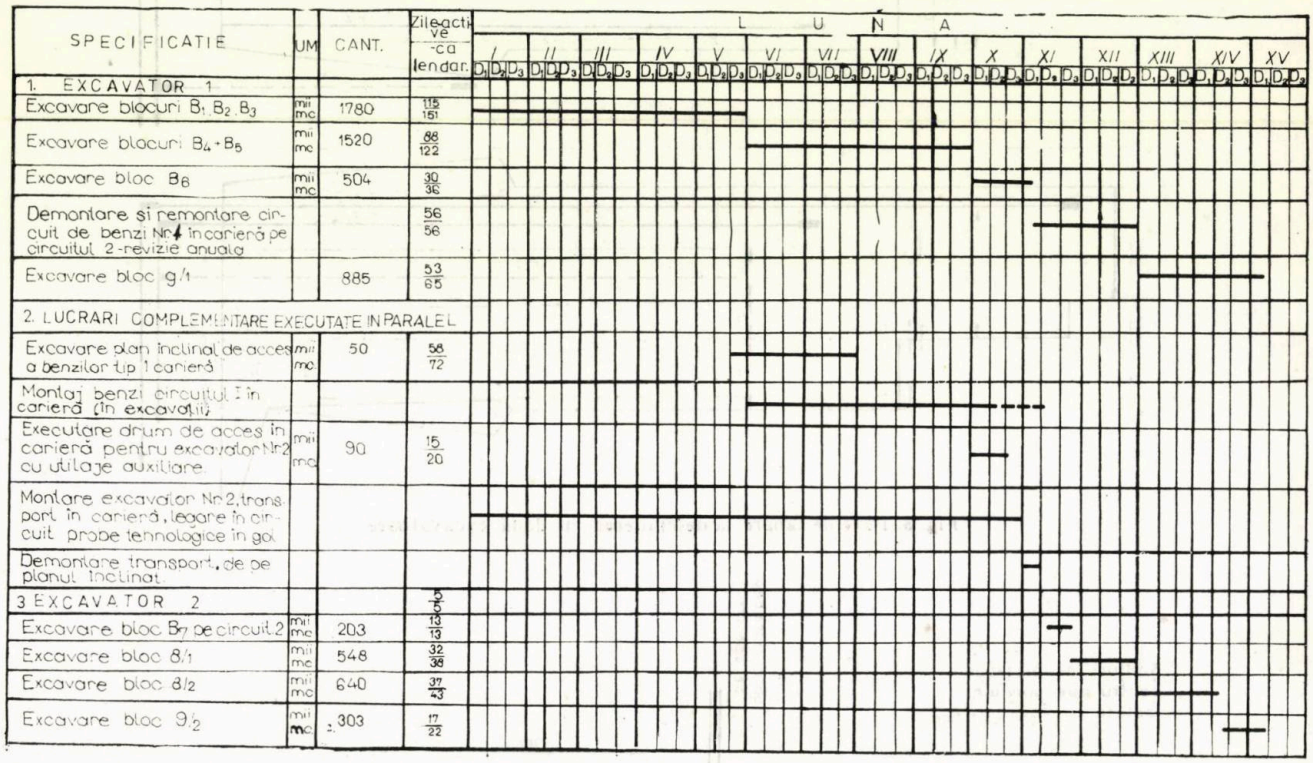


Fig. 10. Planograma lucrărilor de deschidere.

f. Prin prelungirea periodică a transportorului de front, acesta nu este pus de la început să lucreze la parametrii maximi de putere, ceea ce face ca unităţile de acţionare să fie progresiv puse în funcţiune, rezultînd o importantă economie de energie electrică.

2. *Dezavantaje*

— Transportorul de front, la lungimea lui finală (T 1 înainte de demontare), lucrează la diferenţa de nivel de 20 m, faţă de 3—4 m,

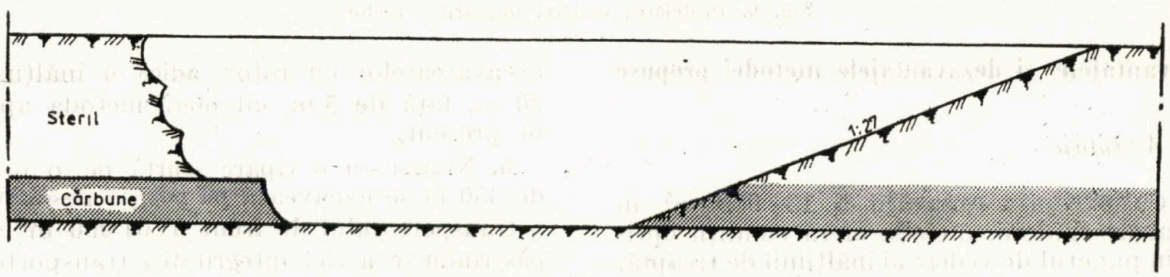


Fig. 11. Secţiune longitudinală prin tranşeea de deschidere.

ceea ce necesită o putere suplimentară rezultată din următorul calcul:

$$P_s = \frac{\frac{3\,850\ m^3/h \times 1,6}{3\,600} \times 20}{102 \times 0,8} \times 10^3 = 430\ kW$$

Este necesar un grup modul de acționare suplimentar de 630 kW și un covor de cauciuc cu rezistență la rupere corespunzător puterii de acționare totale.

— La fiecare 320 000 m³ este necesară întreruperea excavațiilor pentru efectuarea prelungirii transportorului de front.

Cu toate acestea, printr-o bună organizare și folosind alternativ două capete de întoarcere, realizarea termenului programat al acestei operații este mai sigură decît o ripare pe plan înclinat pe o lungime de 1 500 m.

În fluxul tehnologic se folosește un cărucior BRs — utilaj suplimentar față de tehnologia aplicată, dar care există în bazin.

Comparînd avantajele și dezavantajele cu metoda de săpare aplicată în prezent, reiese clar superioritatea metodei de săpare propuse, care se caracterizează prin:

— productivitate ridicată a utilajelor tehnologice;
— simplitate în execuție;
— durata minimă de execuție a deschiderii;
— valorificarea cărbunelui de la început, odată cu excavarea treptei în care este cantonat.

Complexe mecanizate de abataj din generația a IV-a în bazinul minier al Olteniei

Dr. ing. **E. Matacă**, dr. ing. **M. Coculescu** și ing. **P. Jijie**

Comparativ și în concordanță cu creșterea capacității de producție a bazinului de lignit al Olteniei, cu volumele de producție care se reclamă în perspectiva imediată, concepția inginerească a abordat, încă de la începuturile cercetării tehnologiei de exploatare, soluții de mecanizare a proceselor miniere pe ansamblu, beneficiind de progresul tehnic general în construcția de mașini, de revoluția tehnologică a deceniilor 6 și 7 privind metodele de extracție a cărbunilor.

Astfel, în prezent aproape toate operațiile miniere în exploatările subterane de lignit se desfășoară mecanizat, fiind realizate și o serie de progrese pe linia comenzii de la distanță a utilajelor, automatizării, a controlului și supravegherii automate a proceselor. Dacă luăm în considerare că în anul 1980 au fost realizați prin săpare cu combina peste 75 km de galerii, că întreaga producție de cărbune a fost obținută din abataje și alte fronturi de lucru mecanizate complex, ne putem face o imagine asupra gradului de mecanizare atins de minele din bazinul Olteniei.

Ca un domeniu fundamental al tehnologiilor de mecanizare complexă pentru extracția lignitului, complexele mecanizate de abataj au constituit un obiect de studiu al cercetării științifice și aplicative, obținîndu-se o serie de performanțe dar și de insuccese care au dus la acumularea unor elemente de proiectare ce au stat la baza realizării utilajelor de abataj construite în țară, precum și la întocmirea documentațiilor pentru achiziționarea și eventual modificarea unor tehnologii din import.

Inginerul Al. Bădărău în anul 1963 a conceput și construit ramele pășitoare (fig. 1) experimen-

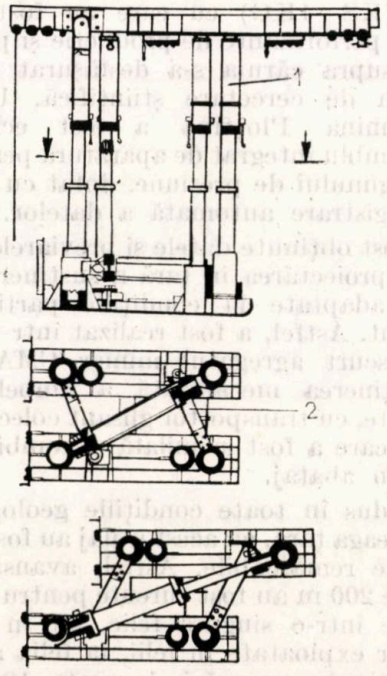


Fig. 1. Rame de susținere tip „Bădărău":
1 — stîlpi de susținere individuală; *2* — împingători cu funcționare cu ulei

tate la mina Horăști, după care în țara noastră s-a desfășurat o adevărată competiție pentru realizarea, perfecționarea și adaptarea la con-

diţiile de zăcămînt a tehnologiilor de mecanizare complexă în abataj. Introducînd pentru prima dată în ţara noastră susţinerea cu scut fără lemniscată (fig. 2), la mina Horăşti, apoi susţinerea de tip „pas zero" la mina Ploştina, prin rezultatele negative obţinute din încer-

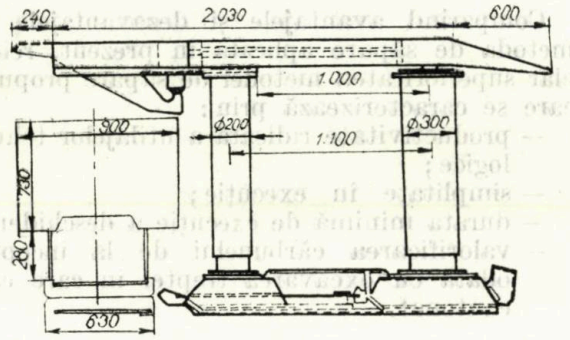


Fig. 2. Secţie de susţinere de tip „pas zero" cu grindă modificată

cările repetate de adaptare, din imensul volum de observaţii şi măsurători asupra regimului de presiune s-a acumulat un mare volum de date care au fundamentat principalele caracteristici reclamate pentru complexele mecanizate de abataj, dar şi pentru lucrările miniere conexe, pentru a fi adaptate la condiţiile geologo-miniere ale bazinului Olteniei.

Urmare a concluziilor obţinute a fost importat un complex mecanizat tip OMKT—M (cu lemniscată modificată ulterior la mina Ploştina) dotat cu o combină cu tamburii la un singur capăt (KS—1KG) cu care au fost obţinute primele performanţe de producţie şi productivitate, asupra căruia s-a desfăşurat un amplu program de cercetare ştiinţifică. Un abataj de la mina Ploştina a fost echipat cu un ansamblu integrat de aparatură pentru stabilirea regimului de presiune, dotat cu aparatură de înregistrare automată a datelor.

Au fost obţinute datele şi breviarele de calcul pentru proiectarea în ţară a susţinerilor mecanizate adaptate la condiţiile particulare de zăcămînt. Astfel, a fost realizat într-un termen foarte scurt agregatul minier CMA-II dotat cu susţinerea mecanizată a ambelor galerii adiacente, cu transportor glisant colector (fig. 3) pentru care a fost asimilată şi combina pentru tăiere în abataj.

Introdus în toate condiţiile geologo-miniere din întreaga ţară, cu acest utilaj au fost obţinute rezultate remarcabile. Astfel, avansări lunare de peste 200 m au fost curente pentru strate exploatate într-o singură felie, iar în condiţiile stratelor exploatate în felii, la felia a doua au fost obţinute avansări de peste 100 m/lună. Pentru a exemplifica performanţele complexului CMA-II, în tabelul 1 sînt prezentate realizările la I.M. Jilţ unde se găsesc cele mai dificile condiţii geologo-miniere din zăcămîntul de lignit al Olteniei şi unde alte utilaje din import, produse de firme de prestigiu, nu au dat rezultate satisfăcătoare, cel puţin pentru etapa actuală.

Deşi a fost proiectat în trei variante constructive, fiind realizat într-o singură tipodimensiune, cu toate că în ultima perioadă a fost

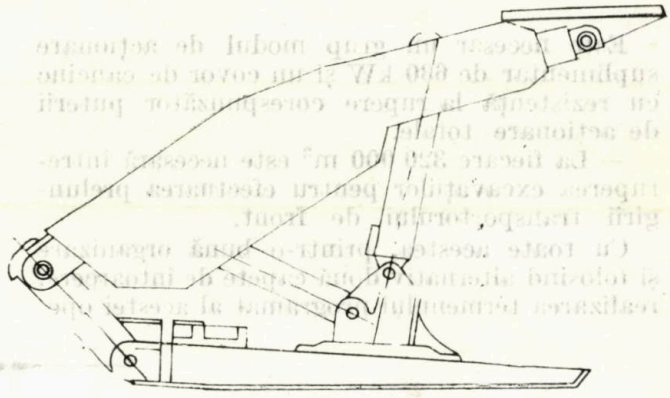


Fig. 3. Secţia CMA— II

Tabelul 1

Indicatorii tehnico-economici obţinuţi în abatajul 48/9 de la I.M. Jilţ în luna martie 1980

Specificaţie	Realizarea obţinută
Avansarea lunară, m	203,5
Producţia lunară, t	54 270
Producţia maximă zilnică, t	3 680
Productivitatea muncii, t/post	28,67
Consum lemn, m^3/1000 t	2,24
Lungimea frontului, m	75
Înălţimea abatajului, m	3
Tipul susţinerii	CMA-II
Tehnologia susţinerii	„un pas înapoi"
Tipul combinei	KS—1KG
Tehnologia de tăiere	cu două combine în abataj

dotat cu hidraulică şi elemente de etanşare de înaltă calitate, acest tip de complex mecanizat de abataj nu a reuşit să acopere întreaga gamă de dimensiuni şi de caracteristici specifice stratelor care fac obiectul exploatării. De asemenea, pe parcursul anilor de experimentare a acestui utilaj în toată ţara, într-o gamă variată de condiţii, au fost obţinute o serie de concluzii noi, în mod special cu privire la regimul de presiune în stratele groase, la adîncime mare faţă de suprafaţă. Între timp au apărut pe plan mondial şi o serie de soluţii noi pentru rezolvarea unor probleme create de regimul de presiune în abataj, în contextul realizării unor productivităţi mari.

Din aceste considerente a devenit posibilă elaborarea unei soluţii pentru tehnologia de mecanizare complexă, conformă cu caracteristicile particulare ale abatajelor minelor din Oltenia. Analizînd documentaţia întocmită

(fig. 4) împreună cu specialiștii din industria constructoare de mașini s-a putut remarca nivelul înalt ce se impune proiectării tehnologice și execuției unor anumite subansamble.

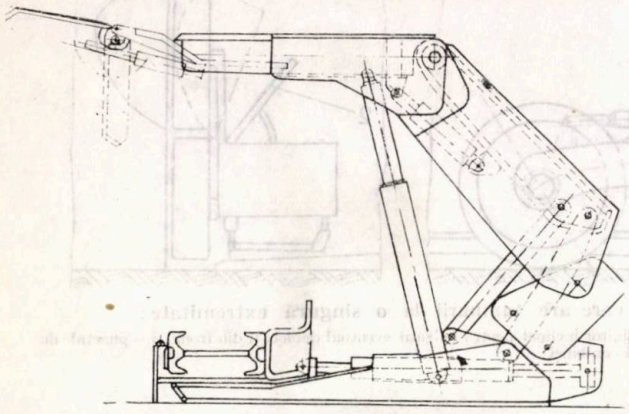


Fig. 4. Secție de susținere Klöckner — Becorit 18/35

În cele ce urmează vom prezenta soluțiile tehnice la care s-a ajuns pentru diferite subansamble ale tehnologiei.

1. *Susținerea abatajului*

● Forma susținerii s-a menținut de tip scut, avînd în vedere repartiția, determinată în anii precedenți, a presiunii miniere în abataj.

● Tipul tehnologiei de susținere „un pas înapoi", cu executarea susținerii frontului în paralel cu dirijarea presiunii acoperișului, soluție destul de verificată în bazin.

S-a ivit și ideea de-a se adopta o tehnologie tip „un pas zero", dar experiența cu complexul de acest tip și în special complicațiile acestei tehnologii care diseminează în faze procesul de armare și dirijarea presiunii au condus la renunțarea la sistem.

● Grinda susținerii constituie principalul element care a suferit perfecționări datorită dificultăților recunoscute ale stratelor din acoperișul zăcămintelor de lignit. Astfel, prima condiție solicitată a fost ca grinda să fie poziționabilă, portantă direct pe stîlpi și cu o lungime minim posibilă ca multiplu al pasului de tăiere. Din calculele de repartizare a presiunii rezultă un raport de sprijinire a grinzii de 1/2, condiție care, cumulată la cele de mai sus, a dus la o lungime a grinzii portante de 2,2 m. Deși susținerea tip „un pas înapoi" permite susținerea prealabilă a frontului (înaintea tăierii) pe lățimea unei fîșii, luînd în considerare instabilitatea frontului în minele de lignit, s-a prevăzut în plus o extensibilitate a grinzii cu încă 750 mm, simultan cu ridicarea grinzii extensibile.

La capătul grinzii extensibile, care de asemenea are portanță însemnată (250 kN), a fost articulat un sprijinitor de front de 60 kN capabil să susțină frontul în diverse poziții dar care poate fi rabatat și la acoperiș, în cazul cînd acesta a fost dezvelit pe o adîncime mai mare decît posibilitățile pasului de armare și al extensibilității grinzii.

● Talpa susținerii, cu suprafață maxim posibilă pentru realizarea unei presiuni specifice corespunzătoare, a fost soluționată cu intrare sub transportor, dimensionîndu-se în consecință toate celelalte funcțiuni.

● Scutul, cu dimensiuni reduse, fără funcție portantă, are rolul numai de îngrădire a abatajului împotriva materialului surpat.

● Elementul de legătură între scut și talpă de tip lemniscată a fost dimensionat și ca element de stabilitate a susținerii.

● Poziționarea susținerii se realizează și cu o serie de pistoane orizontale montate în scut și grindă.

● Stîlpii secției — principalul element portant — , în număr de doi, cu portanță reglabilă pînă la 1 500 kN fiecare, au fost aleși simplu telescopici, dar cu dublu efect, pentru a putea ridica talpa, eventual penetrată, în vatra abatajului. O condiție esențială care s-a impus elementelor portante a constat în aceea că toate elementele care determină geometria susținerii să aibă forțe suficiente, în așa fel încît la orice concentrare de tensiuni să cedeze în primul rînd stîlpii portanți, pentru a se putea păstra mereu poziția paralelă a grinzii față de talpă.

● Împingătorul pentru deplasarea secției a fost proiectat cu funcție inversă, în așa fel ca forța maximă să fie dezvoltată pentru tragerea secției, pentru armare, iar forța minimă — pentru împingerea transportorului. Această soluție realizează și o mai bună conducere la deplasarea secției pentru armare.

● Pentru tăierea cărbunelui în abataj s-au prevăzut două combine KS—3M, avînd în vedere caracteristica constructivă a acestora de a sprijini frontul de lucru, cu corpul, în timpul tăierii (fig. 5). Au fost analizate și alte combine din seriile cu tamburi bipoziționali și bifuncționali așezați la extremități (fig. 6), dar dezavantajele tăierii cu tamburi liberi s-au considerat că nu pot fi depășite nici prin montarea spărgătorului pe combină.

● Pentru transportul cărbunelui în abataj a fost adoptat un transportor de mare capacitate, cu un singur lanț, pentru care au fost stabilite o serie de condiții în legătură cu autocurățirea ghidajelor și posibilități de acces la ramura inferioară a lanțului.

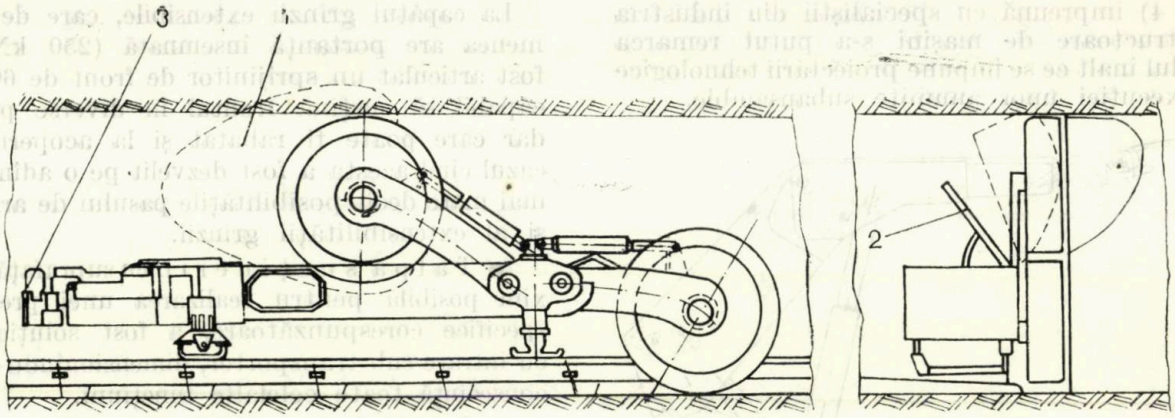


Fig. 5. Sprijinirea frontului de către corpul combinei care are tamburii la o singură extremitate :

1 — zona de front cu tensiuni suplimentare datorate fenomenului de tăiere; *2* — sprijinitor înclinat pentru bulgării eventual deblocați din front; *3* — punctul de comandă al combinei

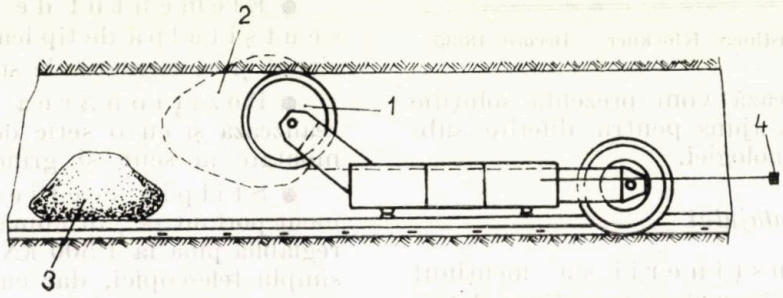


Fig. 6. Accentuarea deblocării frontului, la tăierea cu combina, cu doi tamburi bipoziționali așezați la capete (datorită nesusținerii frontului în zona tăierii) :

1 — tambur de atac care la orice sens de tăiere este liber neprotejat; *2* — zona de concentrare a eforturilor în front datorită tăierii (presiune, trepidații etc.); *3* — bulgăre de cărbune aruncat pe transportor de tamburul de atac; *4* — punctul de telecomandă al combinei, așezat neapărat la distanță, ambele capete fiind sub incidența periculozității fenomenului de tăiere.

● Pe galeria colectoare adiacentă abatajului a fost prevăzut un transportor glisant deplasabil prin împingere de către susținerea mecanizată din intersecție.

● Întreaga tehnologie de mecanizare complexă funcționează într-un regim integrat de semnalizare și comenzi, dublat de o instalație de interfon pe toată lungimea abatajului.

Cu o susținere de mare portanță, adaptată la condițiile de acoperiș și culcuș dificile, prevăzută cu dispozitive de sprijinire a frontului de cărbune nestabil, cu două combine de mare putere pentru tăierea cărbunelui având în dotație transportoare de mare capacitate, noua tehnologie de mecanizare complexă pentru abataj este chemată să realizeze o revoluție tehnologică în exploatarea subterană a lignitului.

Considerații privind raționalizarea consumului de energie electrică la unitățile miniere din bazinul Oltenlei

Ing. **Rodica Popescu**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

În contextul crizei energetice mondiale, al realităților din țara noastră și din alte țări, o sarcină prioritară pusă de Congresul al XII-lea al partidului o constituie lărgirea bazei proprii de materii prime și resurse energetice primare.

În cincinalul 1981—1985 și în anii ce vor urma — așa cum se prevede și în Directivele Congresului al XII-lea al partidului și în Programul-directivă de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei pe perioada 1981—1990 și cercetările principale pînă în anul 2000—se va pune, în modul cel mai acut, problema trecerii tehnologiilor miniere la metode intensive de exploatare, prelucrare și organizare, folosindu-se și dezvoltîndu-se experiența existentă pe măsura cerințelor din ce în ce mai mari.

Exploatarea lignitului la suprafață și în flux continuu, cu utilaje de mare productivitate, ridică în mod considerabil gradul de recuperare a zăcămîntului. Cincinalul 1981—1985 este conceput în condițiile asigurării unui regim strict de economisire a energiei și combustibililor. Aceasta presupune asigurarea unei creșteri substanțiale a eficienței economice în utilizarea combustibililor și energiei electrice, atingerea și depășirea, în cel mai scurt timp, a celor mai bune realizări obținute pe plan mondial, diminuarea consumului mediu energetic, reducerea consumului specific de combustibil, prin perfecționarea tehnologiilor de fabricație, organizarea structurilor de producție, îmbunătățirea randamentelor energetice ale instalațiilor, înlăturarea oricăror cauze de pierdere de energie.

În acest context, unitățile miniere din bazinul Olteniei sînt, atît factori ce concură, într-o mare proporție, la valorificarea combustibililor inferiori necesari producerii energiei electrice, cît și mari consumatori de energie electrică. Paralel cu căutarea de noi soluții pentru ieșirea din așa-zisa „criză" mondială a energiei, se caută să se raționalizeze consumul acesteia, sub diversele ei forme.

Caracteristic procesului tehnologic al întreprinderilor miniere este mobilitatea amplasamentului utilajelor, inconstanța puterilor necesare pentru aceeași operație în funcție de condițiile geologice și hidrogeologice și, în general, o schimbare continuă în receptoarele de energie electrică.

În cadrul I.C.I.T.P.M.L. Craiova s-au elaborat studii ce conțin analiza detaliată a consumurilor de energie electrică înregistrate în cursul anilor 1978—1980 la Combinatul minier Oltenia, în cariere și în subteran, atît pentru excavații cărbune, cît și pentru excavații steril.

În urma analizelor făcute la cariere s-au constatat creșteri ale consumurilor de energie în perioada de iarnă, perioadă în care, atît transportoarele, cît și excavatoarele funcționează sub capacitate datorită materialului steril care are umiditate mare. De asemenea, în această perioadă apare necesitatea funcționării în gol a transportoarelor pe durate scurte, în scopul preîntîmpinării congelării uleiului din reductoare.

Cercetarea producției de lignit, obținută în corelație cu consumul de energie respectiv, a relevat faptul că odată cu creșterea producției scade consumul de energie, dar acesta crește și în cazul nerealizării planului de producție. Această scădere, respectiv creștere, este cu atît mai pronunțată cu cît componenta constantă a consumului de energie (mersul în gol) reprezintă un procent mai mare din totalul consumului de energie electrică.

Consumul de energie crește în proporție mult mai mare în cazul scăderii producției, decît proporția în care scade în cazul creșterii producției. El este influențat de nivelul pierderilor în rețelele de alimentare (linii electrice și transformatoare), în funcție de schemele funcționale ale acestora și căderile de tensiune, încărcarea cu sarcină a utilajelor și randamentul energetic al electromotoarelor de acționare.

Pe parcursul proceselor de producție, consumurile specifice trebuie urmărite în timp și analizate comparativ pe etape, analiza acestora făcîndu-se și pentru zilele de repaus duminical și sărbători legale, dat fiind faptul că în industria minieră anumiți receptori importanți, specifici fiecărei unități, sînt menținuți în funcțiune și în zilele nelucrătoare. Trebuie aleasă soluția cea mai rațională pentru regimul de funcționare al receptorilor în zilele de repaus legal, astfel ca aceștia să afecteze cît mai puțin consumul specific de energie electrică.

În cadrul analizei consumurilor de energie din subteran, s-a constatat că există o dependență invers proporțională între acesta și coeficientul de concentrație a lucrărilor miniere. Cunoscînd faptul că acesta din urmă depinde de numărul abatajelor în funcțiune, precum și de producția ce se realizează pe abataj, s-a observat că este mai mic în anii în care pentru aceeași producție este necesar a fi în funcțiune un număr mai mare de abataje; de asemenea, la același număr de abataje în funcțiune, funcție de repartiția diferită a producției pe abataje, coeficienții de concentrare sînt diferiți.

Analizînd ponderea consumurilor de energie pe activități, s-a constatat o distribuție aproximativ uniformă a consumurilor, respectiv:

— pregătiri, 20,4 %,
— abataje frontale, 19,8 %,
— transport, 22,4 %,
— aeraj, evacuare ape, iluminat, 19,5 %,
— diverse (stații sortare, ateliere mecanice, lămpărie), 17,9 %.

În figurile 1 și 2 este reprezentată, grafic, ponderea puterii instalate a utilajelor din totalul puterii instalate pe mină, respectiv din totalul puterii instalate în subteran. Din analiza aceasta reiese clar că ponderea însemnată în

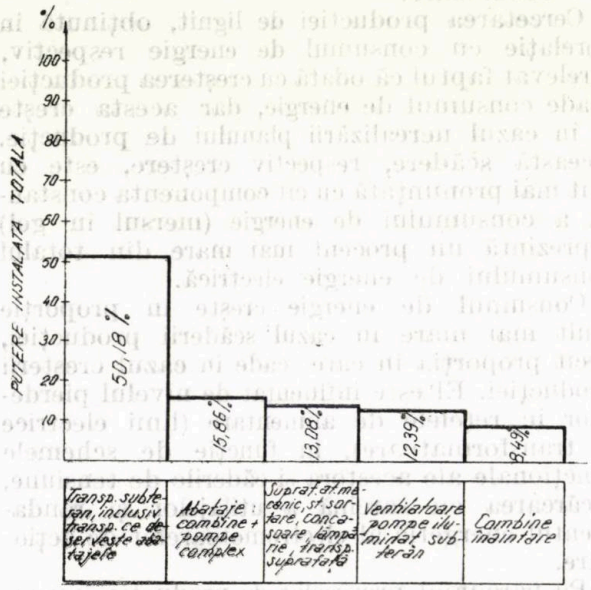


Fig. 1. Ponderea puterii instalate a utilajelor față de totalul puterii instalate pe mină

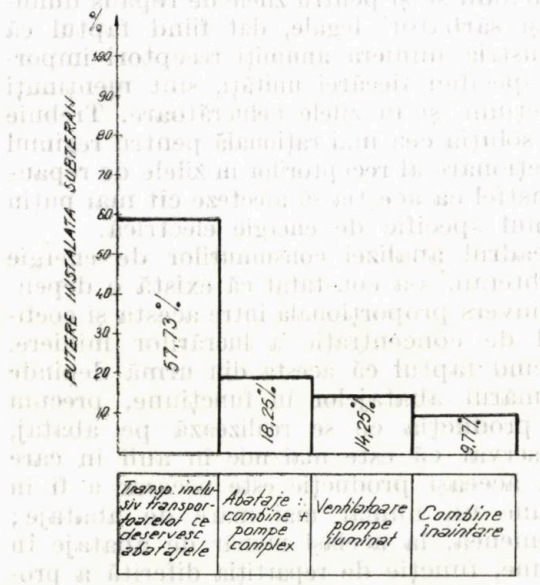


Fig. 2. Ponderea puterii instalate a utilajelor față de totalul puterii instalate în subteran.

consumul de energie o deține activitatea de transport, respectiv aproximativ 25 % din totalul energiei electrice consumate; același procent reprezintă și ponderea pentru puterea de acționare a transportoarelor, din totalul puterii instalate. Comparînd două mine de vîrstă diferită (Roșiuța I și Roșiuța II) consumul de energie este cu 25,11 % mai mare la mina mai veche, acest fapt fiind datorat creșterii lungimii de transport, odată cu avansarea exploatării în cîmpul minier.

Analizînd dezvoltarea unei mine (Leurda), s-a ajuns la concluzia că puterea instalată la transportoare reprezintă circa 24 % din puterea totală instalată în anul 1981, ea va crește la 33 % (41,5 % din puterea instalată în subteran), ajungînd ca la finele cincinalului aceste cifre să se ridice la 47,5 % din totalul puterii instalate, respectiv 54,5 % din puterea instalată în subteran, media de creștere fiind de 43,3 %, respectiv 49,6 %.

Concluzia este deci necesitatea unei mai raționale organizări a activității de transport la nivelul tuturor fazelor de lucru.

Nivelul consumurilor de energie din minele de lignit este influențat de următorii factori:
— factori geologico-minieri;
— factori de proiectare;
— factori tehnico-organizatorici.

Factorii geologico-minieri (adîncimea de lucru, asecarea și evacuarea apelor, rezistența la tăiere) nu pot fi influențați decît în mică măsură; este însă deosebit de important să se continue studiile privind influența tăriei rocilor asupra geometriei cuțitelor și, implicit, asupra consumului specific de energie.

În activitatea de proiectare, în general, sînt respectate condițiile de optimizare a procesului de extracție, stabilindu-se trasee economice, căutînd amplasamentul optim al posturilor trafo și dînd soluții de utilizare a unor tensiuni superioare de lucru.

Din punct de vedere tehnico-organizatoric, cele două mari probleme ce trebuie rezolvate, în lumina raționalizării consumului de energie, sînt:
— funcționarea în gol a utilajelor;
— încărcarea mult sub capacitate a utilajelor de excavat și transport.

Eliminarea timpului de m e r s î n g o l al utilajelor poate fi realizată printr-o organizare optimă a procesului de producție, consecința sa fiind eliminarea consumului inutil de energie.

În subteran, eliminarea funcționării în gol sau în stare subîncărcată a utilajelor se poate rezolva prin conjugarea activităților între abataje, în sensul ca acestea să fie concomitente, pe cît posibil, la toate abatajele.

În cadrul activităților din cariere, pentru a reduce timpul de mers în gol, ar fi necesar, la prima vedere, ca utilajul să fie oprit de fiecare

dată cînd lipsește sarcina utilă, ori acest lucru are ca efect mărirea numărului de opriri și porniri ale utilajelor.

Datorită maselor mari ce trebuie puse în mișcare, apar forțe de inerție care provoacă șocuri mecanice și termice în diferitele organe în mișcare, în bobinajele motoarelor electrice, precum și în aparatura de comutație. Un alt efect ar fi apariția vîrfurilor de consum din rețeaua electrică, necesare la pornire, precum și îmbătrînirea prematură a aparatajului de pornire, deci creșterea consumului de piese de schimb.

Deci, se impune determinarea timpului maxim admis de mers în gol, problemă aflată deja în studiu. Odată determinată această caracteristică (Δt) va fi posibilă realizarea unor dispozitive de limitare a mersului în gol, cu care vor fi dotate utilajele.

Evitarea încărcării sub capacitate a utilajelor, precum și a variațiilor de sarcină a acestora, se realizează prin mai multe măsuri.

1. Evitarea supradimensionărilor motoarelor, ce implică alegerea cît mai corectă a motoarelor, corespunzător puterii necesare de acționare, precum și, în cazul transportoarelor, corespunzător lungimii active a acestora, știut fiind că utilizarea incompletă a unui motor implică înrăutățirea factorului de putere. În cazul transportoarelor de lungimi mari, utilizate parțial, se recomandă secționarea acestora.

2. Măsuri organizatorice corespunzătoare, cum ar fi conjugarea operațiilor între abataje în așa fel încît să se elimine funcționarea în gol sau în stare subîncărcată a utilajelor, asigurarea simultaneității în funcționare a utilajelor. De asemenea, în vederea asigurării unui efect optim al instalațiilor, din punctul de vedere al consumului de energie, sistemului de întreținere îi revine un complex de sarcini, privind planificarea lucrărilor pe principii riguros științifice bazate pe o corectitudine deosebită a sistemului informațional și de evidențe, pe baza supravegherii alimentării cu energie și a consumului, în scopul identificării avariilor și cauzelor lor.

3. Îmbunătățirea factorului de putere, lucru la care concură toate măsurile enumerate mai sus. În scopul compensării energiei reactive, se recomandă montarea bateriilor de condensatoare.

4. Îmbunătățirea continuă a tehnologiilor de lucru în cariere, în scopul reducerii consumului de energie, se referă la stabilirea unor dimensiuni optime ale fronturilor de lucru, corelate cu dimensiunile constructive ale utilajelor, evitarea marșurilor cu excavatoarele de la un front la altul de lucru, scurtarea distanțelor de transport. În acest sens se recomandă și secționarea transportoarelor cu bandă în cazul cînd nu este folosită, în mod util, întreaga lungime a transportorului, corelat cu lungimea utilă fiind și numărul de motoare de acționare utilizate.

În consecință, se poate afirma că în preocupările noastre se află, pe primul plan, reducerea consumului de energie, în vederea găsirii și aplicării operative a unor soluții care să corespundă cît mai bine diversității de condiții specifice exploatării miniere.

Ridicarea activității din ramura extractivă la nivelul cerințelor actualului cincinal impune, în consecință, perfecționarea continuă a proceselor tehnologice, stabilindu-se responsabilități precise pe faze și zone productive, în scopul recuperării maximale a rezervelor și reducerii consumului de energie electrică.

Metodologie complexă de reducere a potențialului acvifer în vederea punerii în valoare a rezervelor de lignit situate în condiții hidrogeologice grele

Ing. **I. Pocomnicu**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Generalități

Însemnate cantități de lignit sînt situate sub puternice orizonturi nisipoase acvifere, accesul spre ele, în scopul valorificării, fiind foarte dificil. Greutățile sînt cauzate de afluxurile puternice de apă ce apar în frontul lucrărilor miniere ce merg spre stratele de cărbune, influența lor resimțindu-se și în timpul exploatării. În această situație specialiștii trebuie să-și îndrepte întreaga atenție spre valorificarea acestor rezerve, fiind cunoscută cerința tot mai mare de energie, în vederea realizării independenței energetice. Totodată, este necesară dezvoltarea tuturor tehnologiilor de lucru și punerea la punct a altora noi, necesitate dictată și de faptul că cercetarea geologică intensivă din ultima perioadă a pus în evidență rezerve de cărbune în diverse zone ale țării, creîndu-se premise de diversificare a surselor energetice pe zone geografice.

Rezerve de tipul celor prezentate se găsesc în mari cantități în bazinele miniere ale județelor Gorj și Mehedinți unde, în ultimii ani,

au fost deschise mine-pilot pe scheletul cărora se vor desfășura mari capacități de producție.

Au fost create astfel condițiile desfășurării unor scheme combinate de drenare a resurselor acvifere subterane, primele rezultate făcîndu-și deja apariția cu influență pozitivă considerabilă.

II. Părțile componente ale tehnologiei de asecare

1. *Foraje de la suprafață echipate cu pompe*

Reducerea presiunilor acvifere și, implicit, micșorarea resurselor acestora se realizează cu ajutorul forajelor de diametru mare echipate cu pompe submersibile.

Dispunerea lor în jurul lucrărilor miniere înclinate este dictată de caracteristicile petrofizice ale colectoarelor nisipoase, de particularitățile geometrice.

Funcționarea lor continuă și discontinuă conduce la reducerea presiunii acvifere, transformînd orizontul acvifer sub presiune într-un orizont cu nivel liber nepericulos la intercepție.

Rezultatele obținute în perimetrul Negomir bazinul Jilț (fig. 1) sînt reprezentative pentru un nisip acvifer cu coeficient de permeabilitate foarte mic (K între $4{,}2 \cdot 10^{-4}$ și $6{,}7 \cdot 10^{-6}$ cm/s).

Parametrii obținuți de la punerea în funcțiune a sistemului sînt prezentați în tabelul 1,

Fig. 1. Dispunerea forajelor de drenare în perimetrul Negomir (bazinul Jilț).

unde simbolurile utilizate au următoarea semnificație:

S — denivelarea realizată, m;

T — timpul scurs de la punerea în funcțiune a forajului, luni;

$V = \frac{S}{T}$ — denivelarea medie lunară, m/lună;

R_1, R_2, R_3 — raza de influență calculată funcție de coeficienții de permeabilitate întîlniți, m.

Denivelarea medie realizată în cîmpul supus drenajului, care are o suprafață de circa 8 300 m² (150/55 m), a fost de $S_m = 11{,}04$ m, ceea ce corespunde unei viteze medii lunare de coborîre a nivelului piezometric de $V_m = 1{,}42$ m/lună.

Tabelul 1

Nr. foraj	S	T	V	R_1	R_2	R_3
1	6,48	9	0,72	0,66	2,04	4,33
2	12,45	9	1,38	1,26	3,91	8,30
3	10,52	9	1,16	1,06	3,29	6,98
4	9,66	9	1,07	0,98	3,03	6,44
5	31,13	9	3,45	3,16	9,97	20,76
6	2,17	8	0,27	0,24	0,76	1,44
7	9,57	8	1,19	1,09	3,37	6,56
8	12,66	8	1,58	1,44	4,48	8,66
9	9,9	7	1,41	1,29	4	7,76
10	18,05	6	3,00	2,75	8,52	16,55
11	20,53	6	3,42	3,13	9,71	18,84
12	19,12	7	2,73	2,50	7,75	15,05
13	3,05	6	0,50	0,45	1,42	2,70
14	1,33	6	0,22	0,20	0,62	1,20
15	7,81	7	1,11	1,01	3,15	6,08
16	9,5	7	1,35	1,23	3,83	7,40
17	10,58	7	1,51	1,38	4,28	8,30
18	2,03	4	0,50	0,45	1,42	2,70

Corespunzător celor prezentate, s-a ajuns ca în momentul înțepării stratului de nisip acvifer nivelul piezometric să fie coborît sub acoperișul acestuia, neexistînd presiuni însemnate.

Aprofundarea cercetării a permis exprimarea unor concluzii și în ceea ce privește interacțiunea între foraje, în scopul estimării distanței dintre acestea. Pentru calcule s-au folosit perechi de foraje apropiate situate la distanțele: $d_1 = 23$ m, $d_2 = 30$ m, $d_3 = 33$ m; unul din ele era în funcțiune, celălalt era considerat piezometru. Urmărirea evoluției nivelului a arătat următoarele viteze de coborîre zilnică:

p e n t r u $d = 23$ m

— în forajul care funcționează $V_m = 0{,}046$ m/zi;

— în piezometru $V_m = 0{,}048$ m/zi;

p e n t r u $d = 30$ m

— în forajul care funcționează $V_m = 0{,}026$ m/zi;

— în piezometru $V_m = 0{,}034$ m/zi;

p e n t r u $d = 33$ m

— în forajul care funcționează $V_m = 0{,}04$ m/zi;

— în piezometru $V_m = 0{,}038$ m/zi.

Rezultă că ne aflăm în prezența unui drenaj gravitațional lent, forajele nu interferează, iar raza de influență este mică, fapt ce recomandă, în această situație, reconsiderarea pe viitor a amplasamentului acestora față de lucrările miniere.

2. *Filtre aciculare vacuumate*

Este o nouă tehnologie ce se poate utiliza cu rezultate satisfăcătoare, în special pentru reducerea rezervelor remanente din jurul unei lucrări miniere înclinate. Reprezintă continuarea îmbunătățirii parametrilor realizați cu prima

tehnologie. Instalaţia utilizată s-a realizat prin adaptarea specificului subteran (gabaritului şi normelor de protecţia muncii) a „Instalaţiei de desecare" folosită în construcţii.

Filtrele aciculare sînt montate în frontul lucrărilor miniere, la adîncime corespunzătoare, încît în întregime partea activă să se afle complet sub nivelul piezometric (fig. 2). Rolul

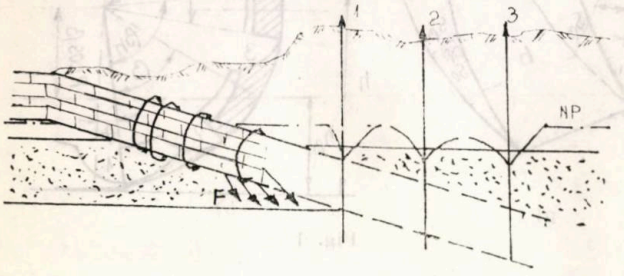


Fig. 2. Tehnologia de drenare prin folosirea forajelor de la suprafaţă şi a filtrelor aciculare

lor este de a prelua afluxul din faţa frontului de lucru şi din pereţii laterali pe întreg spaţiul nebetonat.

Utilizîndu-se repetat un număr constant de 13 filtre aciculare, pe un metru de avansare, s-au obţinut debite extrase de 0,8—2,08 l/s.

Rezultatele obţinute prin urmărirea fenomenului în condiţiile zăcămîntului Prunişor (jud. Mehedinţi) demonstrează că rezervele acvifere în spatele susţinerii definitive se refac, apărînd linii de curent hidraulic, care au influenţă asupra părţii masivului nisipos situat sub baza lucrării miniere înclinate.

Apare, în această situaţie, pericolul ca lucrarea minieră să rămînă suspendată şi chiar să fie fracturată în condiţiile unei lungimi mari.

Corecţia tehnologică se realizează prin injecţia laptelui de ciment sub presiune. Fenomenul nu poate apărea în toate situaţiile, el fiind diminuat sau exclus la traversarea stratelor fin nisipoase cu rezerve greu drenabile.

Concluzii

Prezentele tehnologii vor avea cîmp mare de aplicabilitate, ţinînd cont că minele actuale de lignit vor coborî mult în profunzime, avînd de făcut faţă dificultăţilor create de stratele acvifere situate sub nivelele hidrostatice regionale.

La dimensionarea gabaritului forajelor de la suprafaţă trebuie ţinut cont de toate particularităţile stratelor acvifere, avînd în vedere costul ridicat al acestora.

Desfăşurarea în cîmp a exploatării stratelor de lignit trebuie să aibă loc numai după aplicarea schemei optimizate a interacţiunii dintre tehnologiile prezentate.

Consideraţii privind determinarea forţei de tăiere la excavatoarele cu roată cu cupe din exploatările de lignit la zi

Conf. dr. ing. **A. Stochiţoiu**, asist. ing. **D. Visalon** şi asist. ing. **B. Giurgiulescu**
Institutul de Mine Petroşani

I. Introducere

Forţa de tăiere ce acţionează în timpul procesului de excavare asupra cuţitului tăietor are trei componente corespunzătoare după cele trei axe : forţa tangenţială, care acţionează direct asupra cuţitului, forţa radială (de împingere) şi forţa laterală, care este perpendiculară pe linia de legătură dintre axa roţii cu cupe şi axa de pivotare a excavatorului.

În cazul carierelor de lignit, unde materialul de excavare este omogen şi afînat, componenta cea mai importantă este cea tangenţială, numindu-se şi forţa de tăiere (excavare), această forţă determinînd puterea necesară a motorului de acţionare al roţii cu cupe.

Componenta laterală are o valoare mică, de 10—15% din cea tangenţială, iar cea radială, în calcule, se adoptă de aceeaşi valoare cu cea laterală.

Din încercările efectuate în R.F.G., R.D.G., U.R.S.S. şi R.S.C., în condiţii de laborator sau direct pe excavatoare, au rezultat următorii factori ce influenţează asupra forţei de tăiere: natura materialului excavat, gradul de uzură al cuţitelor, dimensiunile aşchiei, tipul constructiv al roţii cu cupe, viteza de tăiere, precum şi condiţiile atmosferice.

În literatura de specialitate sînt date diferite formule — unele empirice, formule care ţin seama numai în parte de factorii amintiţi mai sus.

II. Determinarea forţei (rezistenţei) de tăiere

Pentru determinarea acestei forţe, în practică se aplică metode directe sau indirecte, metode ce au la bază criteriul energetic, pe baza căruia

se stabileşte legătura între granulaţia materialului excavat şi energia consumată pentru tăiere.

Pentru **metoda directă** se foloseşte o cupă etalon montată pe roată, iar prin intermediul punţilor tensiometrice se determină eforturile la care este supusă cupa. Metoda aceasta dă rezultate exacte dar este dificil de aplicat în practică.

Metoda indirectă de determinare a forţei la tăiere constă în măsurarea energiei (puterii) absorbite de motorul de acţionare al roţii pe durata unei pivotări. Avînd puterea medie P_{1m} absorbită de motor, la dimensiunile aşchiei fixate se determină forţa de tăiere F_{tm} medie cu relaţia:

$$F_{tm} = \frac{9 \cdot 550 \cdot P_{1m}}{R \cdot n_r}, \text{ N} \qquad (1)$$

în care:

R este raza roţii cu cupe;
n_r — turaţia roţii.

Această metodă este mai uşor de aplicat în practică, însă dă rezultate cu 20—30% mai mari decît valorile reale.

În literatura de specialitate există diferite opinii în ceea ce priveşte unitatea de referinţă pentru forţa de tăiere, iar în practică, pentru definirea forţei de tăiere, se folosesc parametrii:

1 — forţa specifică la tăiere referitoare la 1 cm lungimea de tăiere a cuţitului cupei şi se defineşte prin relaţia:

$$K = \frac{F_t}{\Sigma l}, \text{ N/cm} \qquad (2)$$

în care:

Σl este suma lungimilor muchiilor tăietoare ale cupelor aflate simultan în masiv;

2 — forţa specifică la tăiere referitoare la 1 cm² din secţiunea transversală a aşchiei excavate şi se determină astfel:

$$K_s = \frac{F_t}{\Sigma s}, \text{ N/cm}^2 \qquad (3)$$

în care:

Σs este suma secţiunilor transversale ale aşchiilor excavate de cupele aflate simultan în masiv.

Între aceşti doi parametri există diferenţă de valori pentru acelaşi zăcămînt, fiecare depinzînd de factorii de care depinde F_t şi care au fost indicaţi mai sus.

În prezent, în ţările cu tradiţie în construcţia şi exploatarea excavatoarelor cu roată cu cupe se foloseşte mai mult noţiunea de forţă de tăiere specifică K_t.

Dacă se consideră (fig. 1*a*) lungimea muchiilor tăietoare a unei cupe ca sumă dintre grosimea şi lăţimea aşchiei şi dacă se are în vedere proce-

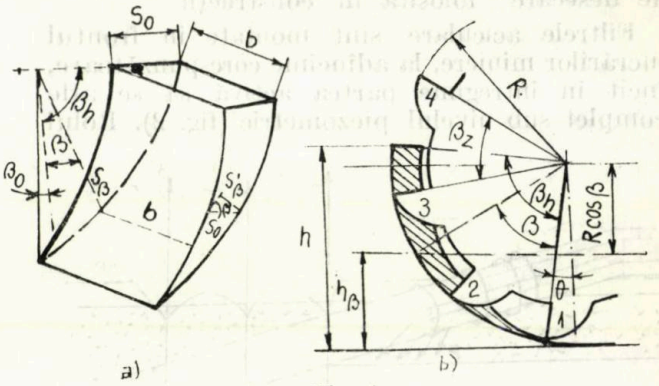


Fig. 1

sul de excavare la o cupă care taie o latură frontală şi una laterală, funcţie de direcţia de pivotare, lungimea muchiilor tăietoare pentru o poziţie a unei cupe este:

$$L_\beta = S_\beta + b \qquad (4)$$

sau, dacă se are în vedere că grosimea aşchiei în plan vertical S_β variază după legea $S_\beta = S_\varphi \cdot \sin \beta$, atunci $L_\beta = S_\varphi \cdot \sin \beta + b$ unde:

$S_\varphi = S_0 \sin \varphi$ — este grosimea aşchiei în plan orizontal-lungimea medie a muchiilor tăietoare a unei cupe cînd unghiul $\beta \in 0 \div \beta_h$, corespunzător înălţimii h a aşchiei este:

$$L_m = \frac{1}{\beta_h} \int_0^{\beta_h} L_\beta d_\beta = \frac{1}{\beta_h} [S_\varphi (1 - \cos \beta_h) + b \cdot \beta_h] \qquad (5)$$

Deoarece lungimea efectivă a muchiei tăietoare datorită rotunjirii (uzurii) cuţitelor este mai mare, intervine eroarea Δl ce se poate scrie:

$$\Delta l = L_\beta - S_\beta \qquad (6)$$

în care:

L_β este lungimea muchiei tăietoare rotunjită.

Factorul de corectare se defineşte ca raportul dintre lungimea efectivă L_β şi grosimea aşchiei S_β adică:

$$K_\beta = \frac{L_\beta}{S_\beta} \qquad (7)$$

Factorul K_β variază hiperbolic în funcţie de unghiul β (fig. 2). Pentru unghiul $\beta \in (0 - \beta_h)$ cu ajutorul teoremei valorii medii a integralei se poate determina lungimea medie a arcului şi grosimea radială medie a aşchiei. Raportul valorilor medii a acestor mărimi şi raportul suprafeţelor determinate de ambele curbe reprezintă factorul mediu de conectare K_m (fig. 3). Prin introducerea factorului de conectare K_m în relaţia lungimii medii a muchiilor tăietoare,

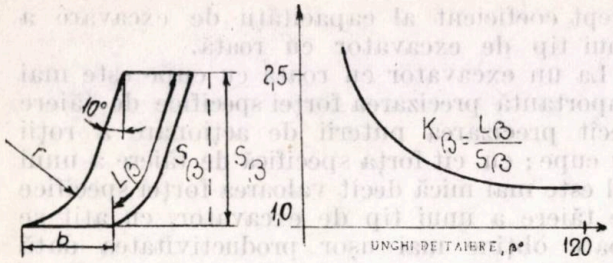


Fig. 2

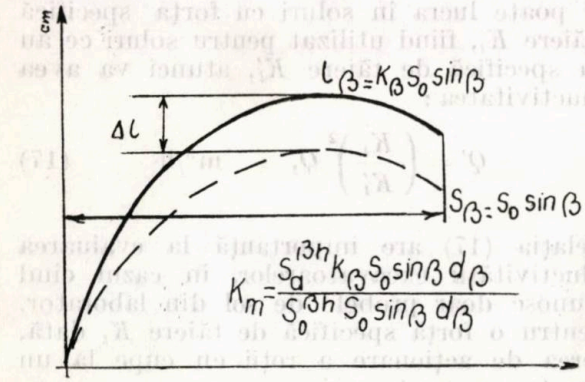


Fig. 3

rezultă lungimea medie efectivă a muchiilor tăietoare a unei cupe :

$$L_m = \frac{1}{\beta_h} \left[K_m S_\varphi (1 - \cos \beta_h) + \beta_h \cdot b)\right] \quad (8)$$

Numărul de cupe care excavează simultan se determină cu relaţia :

$$n_z = \frac{\beta_h}{\beta_z} \quad (9)$$

în care :

$\beta_z = \frac{360°}{z}$ este unghiul corespunzător unei cupe. (10)

Analizîndu-se figura 1*b* rezultă că :

$$\cos \beta_h = 1 - \frac{h}{R} \quad (11)$$

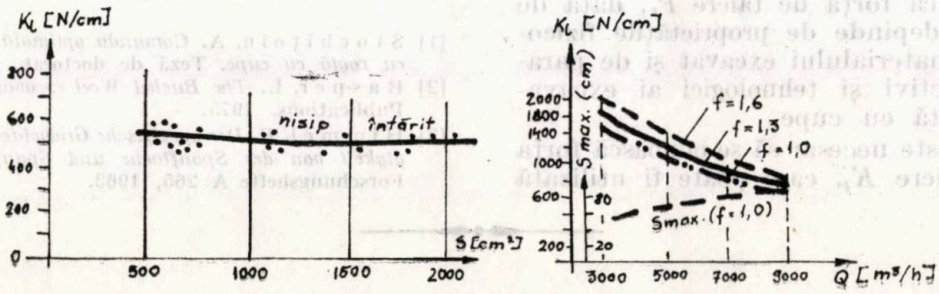


Fig. 4

Din relaţiile (11) şi (9) rezultă lungimea totală a muchiilor tăietoare :

$$\Sigma l = L_{sm} = \frac{1}{\beta_z}\left[K_m \frac{S_\varphi \cdot h}{R} + b \cdot \beta_h\right] \quad (12)$$

Se observă că lungimea totală a muchiilor tăietoare depinde de dimensiunile aşchiei excavate, de înălţimea aşchiei şi de raza roţii cu cupe.

Se constată (fig. 4*a*) că rezistenţa specifică K_l depinde de secţiunea transversală a aşchiei excavate. Pentru aceleaşi valori ale productivităţii excavatorului forţa specifică respectivă depinde de factorul de afînare (fig. 4*b*) al materialului. Se observă că pentru acelaşi factor de afînare *f*, forţa specifică K_l scade cu creşterea productivităţii.

În literatura de specialitate K_l este dat sub formă de tabele pentru diferite soluri, în funcţie de gradul de afînare.

Traiectoria descrisă de un punct al unei cupe fiind o elice, pentru ca procesul de excavare să aibă loc în bune condiţii este necesar ca pasul elicei să fie mai mic sau cel mult egal cu lăţimea cupei, adică :

$$b \geqslant \frac{2\pi}{z} \cdot \frac{\omega_s}{\omega_r} [L_a + L_b \cos \alpha + R \sin \beta] \quad (13)$$

Cînd unghiul de excavare $\beta \in (0 \div \beta_h)$ valoarea medie a lăţimii *b* este :

$$b_{med} = \frac{2\pi}{z} \cdot \frac{\omega_s}{\omega_r} \cdot \frac{1}{\beta_h} [(L_a + L_b \cos \alpha) \cdot \beta_h + R(1 - \cos \beta_h)] \quad (14)$$

în care :

ω_s este viteza de pivotare ;

ω_r — viteza roţii cu cupe ;

L_b — lungimea braţului port-roată ;

L_a — distanţa de la axa de pivotare la axa de articulaţie a braţului cu suprastructură ;

α — unghiul de înclinare a braţului faţă de orizontală ;

z — numărul de cupe la roată ;

φ — unghiul de pivotare al braţului (fig. 5).

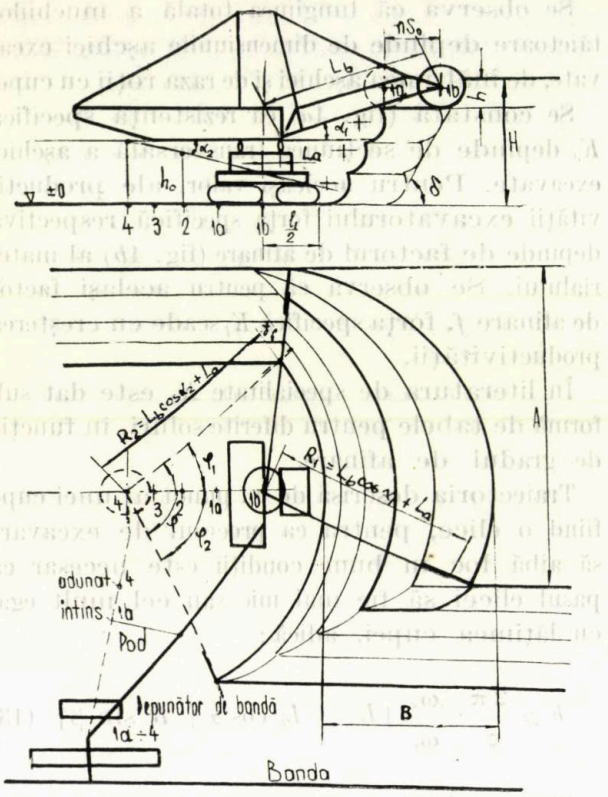


Fig. 5

Avîndu-se în vedere relaţiile (2), (12) şi (14), rezultă expresia forţei de tăiere în funcţie dè forţa specifică la tăiere K_l :

$$F_t = \frac{K_l}{z} \cdot K_m \cdot S_0 \cdot \sin\varphi(1 - \cos\beta_h) + \tag{15}$$

$$+ K_l[(L_a + L_b \cos\alpha) \cdot \beta_h + R(1 - \cos\beta_h)] \frac{\omega_s}{\omega_r}$$

Pentru excavarea mai multor aşchii cu aceiaşi parametrii şi $\omega_r = \text{const.}$, relaţia (15) ia forma :

$$F_t = A \cdot \sin\varphi + B \cdot \omega_s \tag{16}$$

Se constată că forţa de tăiere F_t, dată de expresia (15), depinde de proprietăţile fizico-mecanice ale materialului excavat şi de parametrii constructivi şi tehnologici ai excavatorului cu roată cu cupe.

În practică este necesar să se cunoască forţa specifică la tăiere K_l, care poate fi utilizată drept coeficient al capacităţii de excavare a unui tip de excavator cu roată.

La un excavator cu roată cu cupe este mai importantă precizarea forţei specifice de tăiere decît precizarea puterii de acţionare a roţii cu cupe ; cu cît forţa specifică de tăiere a unui sol este mai mică decît valoarea forţei specifice de tăiere a unui tip de excavator, cu atît se poate obţine mai uşor productivitatea dată în catalogul excavatorului. Dacă un excavator cu roată cu cupe are productivitatea nominală Q şi poate lucra în soluri cu forţa specifică de tăiere K_l, fiind utilizat pentru soluri ce au forţa specifică de tăiere K_l', atunci va avea productivitatea :

$$Q' = \left(\frac{K_l}{K_l'}\right)^2 Q, \qquad \text{m}^3/\text{h} \tag{17}$$

Relaţia (17) are importanţă la evaluarea productivităţii excavatoarelor, în cazul cînd se cunosc doar probele de sol din laborator.

Pentru o forţă specifică de tăiere K_l dată, puterea de acţionare a roţii cu cupe la un excavator se poate scrie :

$$P = \frac{K_l \cdot L_{sm} \cdot n_r \cdot R}{9 \cdot 550 \ \eta_{lt}}, \text{ kW} \tag{18}$$

unde :

η este randamentul transmisiei.

Concluzii

Prin cunoaşterea expresiei forţei de tăiere la excavatoarele cu roată cu cupe, se poate deduce mai uşor influenţa unor factori ce ţin de natura materialului excavat, de factori constructivi ai excavatorului, cît şi de factori tehnologici (factori ce depind de metoda de exploatare adoptată) asupra puterii de acţionare a roţii cu cupe şi asupra productivităţii excavatoarelor din carierele de lignit.

Bibliografie

[1] Stochiţoiu, A. *Comanda optimală a excavatoarelor cu roată cu cupe.* Teză de doctorat. Petroşani, 1978.

[2] Rasper, L. *The Buchet Weel excavator.* Trans. Tech. Publications, 1975.

[3] Himmel, F. *Der spezifische Grabwiderstand in Abhängigkeit von der Sponflache und Spanform.* Freiberger Forschungshefte A 265, 1963.

Despre acţionarea braţului raclor al decantoarelor pentru suspensii solide

Ing. C. Szabo, I.C.P.M.C. Petroşani şi ing. T. Coroescu, Institutul de Mine Petroşani

În uzinele de preparare a cărbunelui din Valea Jiului, se folosesc frecvent, pentru concentrare, metodele gravitaţionale. Acestea necesită un consum mare de apă şi au ca rezultat cantităţi mari de ape reziduale, încărcate cu steril, care trebuie evacuate sau recirculate, după o prealabilă epurare. În procesul de epurare a apelor, un rol important îl au decantoarele ce realizează îngroşatul, care este dirijat spre staţiile de filtrare.

În Valea Jiului se folosesc, în exclusivitate, decantoare circulare cu acţionarea centrală sau periferică a braţului raclor; în ultima perioadă s-a impus decantorul cu acţionare periferică, cu motor electric rotativ. La acest tip de decantor, mişcarea de translaţie circulară a braţului raclor se realizează cu ajutorul roţilor port-braţ periferice acţionate de motoare electrice rotative, amplasate la periferia braţului. Acest sistem de acţionare are un raport de transmisie foarte mare (cca 1 : 800), avînd în vedere că se folosesc motoare frecvent utilizate în industrie, cu turaţii relativ mari şi, ca urmare, se obţine un randament scăzut al transmisiei. Acţionarea fiind periferică, pentru obţinerea momentului de rotaţie necesar la roţile port-braţ se impune o forţă de frecare mare, obţinută printr-un coeficient de frecare ridicat, realizat prin folosirea roţilor cu pneuri de cauciuc. Acest fapt are ca urmare pierderea unei mari cantităţi de energie pentru învingerea frecărilor dintre roţile port-braţ şi calea de rulare.

Braţul raclor execută o mişcare de translaţie chiar dacă ea este circulară, iar pentru realizarea mişcărilor de translaţie se pretează foarte bine acţionarea cu motor electric liniar.

Un decantor cu braţul raclor acţionat cu motor electric liniar este prezentat în figura 1. Inductorul este fixat rigid de braţul raclor, iar indusul motorului este un profil I montat la periferia decantorului şi pe el se montează şina căii de rulare.

Acţionarea funcţionează în felul următor: înfăşurarea trifazată din indusul motorului este conectată la un sistem electric trifazat simetric. Înfăşurările produc un cîmp magnetic alunecător. Acest cîmp va induce în indus o tensiune electromotoare care produce curentul din indus, curent ce se află în cîmpul magnetic alunecător al inductorului. Între cele două elemente (inductor şi indus) va lua naştere o forţă electromagnetică. Deoarece indusul este fix, această forţă va pune în mişcare inductorul, care, fiind fixat de braţul raclor, va imprima acestuia o mişcare de translaţie circulară.

Decantoarele cunoscute funcţionează cu viteză constantă a braţului raclor, indiferent de turbiditatea apei ce urmează a fi decantată, fapt care duce la pierderea unei cantităţi de energie, deoarece grosimea stratului de şlam, depus în unitatea de timp pe fundul decantorului, este funcţie de turbiditatea apei. Prin urmare este necesar ca la turbidităţi scăzute a apei viteza mişcării braţului raclor să fie mică, iar în cazul unei turbidităţi mari, viteza să fie mai

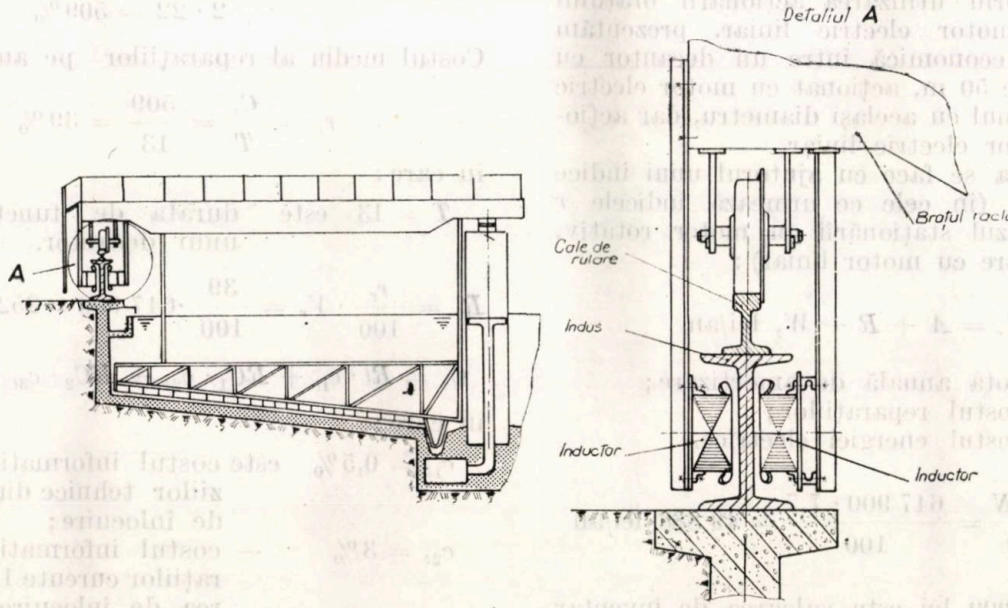


Fig. 1. Decantor cu braţul raclor acţionat cu motor electric liniar asincron.

mare, realizîndu-se astfel un debit constant de colectare a șlamului.

Realizarea mișcării de translație circulară a brațului raclor cu viteză reglabilă se obține prin alimentarea motorului electric liniar asincron prin intermediul unui convertizor de frecvență cu circuit intermediar de curent cu caracter de sursă de curent.

Decantorul cu braț raclor acționat cu motor electric liniar, cu viteză reglabilă, prezintă următoarele avantaje:

- elimină reductoarele cu raport mare de transformare;
- prezintă o construcție simplă;
- întreținere ușoară, datorită eliminării lanțului cinematic de transformare a mișcării circulare în mișcare de translație;
- datorită eliminării pierderilor mecanice din reductor și înlocuirii sistemului de deplasare pe roți cu pneuri prin roți metalice pe șină, a scăzut mult puterea cerută și se obține o importantă economie de energie;
- datorită simplității sistemului de acționare, crește fiabilitatea întregii instalații;
- datorită posibilității de modificare economică a vitezei brațului cu plug, în concordanță cu turbiditatea apei ce urmează a fi decantată, șlamul poate fi colectat la grosime constantă optimă, astfel încît sistemul de acționare să fie un sistem adaptiv-optimal, ducînd, și prin aceasta, la însemnate economii de energie.

Pentru a scoate în evidență economiile ce se realizează prin utilizarea acționării brațului raclor cu motor electric liniar, prezentăm comparația economică între un decantor cu diametrul de 50 m, acționat cu motor electric rotativ, și unul cu același diametru, dar acționat cu motor electric liniar.

Comparația se face cu ajutorul unui indice economic C_e (în cele ce urmează indicele r înseamnă cazul staționării cu motor rotativ, iar l acționare cu motor liniar):

$$C_e = A + R + W, \text{ lei/an}$$

în care:

A este cota anuală de amortizare;
R — costul reparațiilor;
W — costul energiei electrice.

$$A_r = \frac{V_r \cdot N}{100} = \frac{647\,900 \cdot 7{,}7}{100} = 49\,888 \text{ lei/an}$$

în care:

$V_r = 647\,900$ lei este valoarea de inventar a decantorului;

$N = N_r = N_l$ — norma de amortizare

$$A_l = \frac{V_l \cdot N}{100} = \frac{681\,943 \cdot 7{,}7}{100} = 52\,510 \text{ lei/an}$$

în care:

$V_l = 681\,943$ lei este valoarea de inventar a decantorului.

Costul reparațiilor pe toată durata de funcționare, în %, va fi:

$$C_r = Rt \cdot c_{1r} + RC_1 \cdot c_{2r} + RC_2 \cdot c_{3r} + RK \cdot c_{4r}$$

în care:

$Rt = 120$ este numărul reviziilor tehnice pe durata de funcționare;
$RC_1 = 45$ — numărul reparațiilor curente 1 pe durata de funcționare;
$RC_2 = 12$ — numărul reparațiilor curente 2 pe durata de funcționare;
$RK = 2$ — numărul reparațiilor capitale pe durata de funcționare;
$c_{1r} = 1\,\%$ — costul informativ al reviziilor tehnice din valoarea de înlocuire;
$c_{2r} = 5\,\%$ — costul informativ al reparațiilor curente 1 din valoarea de înlocuire;
$c_{3r} = 10\,\%$ — costul informativ al reparațiilor curente 2, din valoarea de înlocuire;
$c_{4r} = 22\,\%$ — costul informativ al reparațiilor capitale din valoarea de înlocuire.

$$C_r = 120 \cdot 1 + 45 \cdot 5 + 12 \cdot 10 + 2 \cdot 22 = 509\,\%$$

Costul mediu al reparațiilor pe an este:

$$r_r = \frac{C_r}{T} = \frac{509}{13} = 39\,\%$$

în care:

$T = 13$ este durata de funcționare a unui decantor.

$$R_r = \frac{r_r}{100} \cdot V_r = \frac{39}{100} \cdot 647\,900 = 252\,681 \text{ lei/an}$$

$$C_l = Rt \cdot c_{1l} + RC_1 \cdot c_{2l} + RC_2 \cdot c_{3l} + RK \cdot c_{4l}$$

în care:

$c_{1l} = 0{,}5\,\%$ este costul informativ al reviziilor tehnice din valoarea de înlocuire;
$c_{2l} = 3\,\%$ — costul informativ al reparațiilor curente 1 din valoarea de înlocuire;
$c_{3l} = 6\,\%$ — costul informativ al reparațiilor curente 2 din valoarea de înlocuire;
$c_{4l} = 22\,\%$ — costul informativ al reparațiilor capitale din valoarea de înlocuire.

$$C_l = 120 \cdot 0{,}5 + 45 \cdot 3 + 12 \cdot 6 + 2 \cdot 22 = 311\%$$

$$r_l = \frac{C_l}{T} = \frac{311}{13} = 24\%$$

$$R_l = \frac{r_l}{100} \cdot V_l = \frac{24}{100} \cdot 681\,943 = 163\,666 \text{ lei/an}$$

$$W_r = t \cdot p_r = 2\,426 \cdot 11 \cdot 0{,}30 = 21\,206 \text{ lei/an}$$

în care:

$t = t_r = t_l = 2\,426$ ore este timpul anual de funcţionare;

$W = W_r = W_l = 0{,}30$ lei/kWh — preţul unitar al energiei electrice;

$p_r = 11$ kW — puterea absorbită din reţea.

$$W_l = t \cdot p_l \cdot W = 2\,426 \cdot 3{,}4 \cdot 0{,}30 = 6\,555 \text{ lei/an}$$

în care:

$p_l = 3{,}4$ kW este puterea absorbită din reţea.

Rezultă:

$$C_{cr} = 49\,888 + 252\,681 + 21\,206 = 323\,775 \text{ lei/an}$$

$$C_{cl} = 52\,510 + 163\,666 + 6\,555 = 222\,731 \text{ lei/an}$$

Diferenţa dintre cei doi coeficienţi reprezintă economiile ce se realizează folosind acţionarea cu motor liniar.

$$\Delta C_e = C_{cr} - C_{cl} = 101\,044 \text{ lei/an}$$

Pe toată durata de funcţionare a decantorului (13 ani) rezultă o economie:

$$E = 13 \cdot \Delta C_e = 1\,313\,572 \text{ lei}$$

Concluzii

Utilizarea dispozitivului de acţionare a braţului raclor propus în acest articol prezintă avantaje multiple şi din acest motiv considerăm că este util ca la decantoarele nou construite să se aplice această soluţie de acţionare.

Bibliografie

[1] Dobrescu, L. *Prepararea cărbunilor.* Ed. tehnică, 1963

[2] Gheorghiu, I. *Tratat de maşini electrice,* vol. I—IV. Ed. Academiei R.S.R., 1968—1972.

[3] Boţan, N. V. *Bazele calculului acţionărilor electrice.* Ed. tehnică, 1970.

[4] Boţan, N. V. *Reglarea vitezei sistemelor de acţionare electrică.* Ed. tehnică, 1974.

[5] * * * *Lista de preţuri M.I.C.M. nr. 14.*

[6] * * * *Normativ tehnic pentru separarea utilajelor de preparare cod 401.*

Procedeu pentru dimensionarea instalaţiilor de flotaţie

Ing. S. Ganiţchi

Procedeul pe care îl supunem atenţiei specialiştilor se bazează pe o interpretare nouă a influenţei vitezei de curgere a tulburelii prin celule asupra timpului de flotaţie necesar. În lucrare vom folosi următorul sistem de notare pentru a distinge între ei indicii de timp principali:

	flux continuu	flux discontinuu
— timp de staţionare a tulburelii în instalaţie	t	t_L
— timp de flotaţie necesar pentru realizarea recuperării dorite	t^n	t_L^n
— timp de flotaţie necesar pentru realizarea recuperării reper	t^*	t_L^*

Se ştie că într-un circuit de flotaţie multicelular timpul de staţionare a tulburelii este dat de relaţia:

$$t = \frac{NV}{Q} \quad (1)$$

unde:

t este timpul de staţionare, min;

V — volumul tulburelii dintr-o celulă, m^3;

N — numărul de celule din circuit, buc.;

Q — debitul volumetric mediu al tulburelii, m^3/min.

Problema principală a dimensionării instalaţiilor de flotaţie este de a stabili corect timpul de flotaţie necesar t^n, adică acel timp de staţionare a tulburelii în circuit, care este necesar pentru realizarea recuperării în spumă a unui procent mulţumitor din substanţa flotabilă. Aceasta din urmă, de regulă, este un mineral util, ce trebuie extras dintr-un produs minier

brut. Admițînd că se cunoaște timpul de flotație necesar și debitul de tulbureală, relația (1) dă volumul de flotație necesar, iar din acesta, dacă se dau caracteristicile unei celule, se deduce numărul de celule necesar.

Dificultatea constă în aceea că, în primul rînd, timpul de flotație necesar la scara laborator sau pilot nu se potrivește cu cel necesar industrial și nu se cunoaște o metodă generală de extrapolare. În al doilea rînd, timpul de flotație necesar în flux continuu pentru un anumit produs, în condiții tehnologice optime, nu este o constantă, ci depinde de viteza medie de curgere a tulburelii prin mașina de flotație, într-un mod care, pînă în prezent, nu și-a găsit o exprimare matematică.

În anul 1978, la Uzina de preparare Săsar a fost efectuată o cercetare-pilot într-o gamă largă a debitelor de tulbureală. Prezentarea experimentărilor și interpretarea rezultatelor formează obiectul unui studiu amplu *, din care aici redăm principalele deducții.

Instalația pilot, alcătuită din patru celule pneumatice cu curgere directă montate în serie, era alimentată de la o linie de măcinare industrială printr-un dozator. Debitul de alimentare s-a putut regla la valori cuprinse între 28 și 450 l/min. S-au efectuat încercări cu minereu de Nistru polimetalic și Nistru cuprifer. Schema circuitului era simplă, fără reflotări și fără recirculări de produse intermediare.

La fiecare încercare s-au determinat indicii de preparare pentru plumb și cupru pe celule și cumulat. S-au calculat debitele de tulbureală în reziduul fiecărei celule, ținînd cont de scăderea datorită evacuării spumelor. Debitul mediu pe o celulă s-a obținut ca media debitelor de la intrare și evacuare, iar viteza medie U de curgere a tulburelii prin celulă — ca raportul dintre debitul mediu și secțiunea S de curgere a tulburelii:

$$U = \frac{Q}{S}, \text{ m/min} \qquad (2)$$

Timpul de staționare a tulburelii într-o celulă s-a calculat ca raportul dintre volumul tulburelii din celulă și debitul mediu:

$$t = \frac{V}{Q}, \text{ min.} \qquad (3)$$

Volumul tulburelii din celulă și secțiunea fluxului de tulbureală s-au calculat din volumul util V_u, respectiv secțiunea utilă S_u, ținînd cont de coeficientul R de înfoiere a tulburelii de către aer:

$$V = RV_u; \quad S = RS_u. \qquad (4)$$

Pentru fiecare încercare s-au construit curbele recuperării m de plumb și cupru, funcție de timpul de staționare a tulburelii în celule. De pe curbele $m - t$ s-a determinat timpul de flotație t^{80}, adică timpul de staționare corespunzător recuperării $m = 80\%$, cifră rotundă, apropiată de recuperarea de plumb și cupru în concentratul mixt plumbo-cupros, realizată industrial din minereul de Nistru polimetalic.

Cu datele obținute în acest fel s-au construit curbele variației timpului de flotație t^{80}, funcție de viteza de curgere U a tulburelii prin celule (fig. 1).

Faptul că toate patru curbele au aceeași alură permite anumite generalizări. Cea mai simplă descriere matematică a lor o oferă ecuația hiperbolei echilatere avînd asimptotele paralele cu axele de coordonate la distanțele $t^{80} = Z$ și $U = -p$ și anume:

$$(t^{80} - Z)\ (U + p) = X$$

sau:

$$t^{80} = \frac{X}{U + p} + Z \qquad (5)$$

Termenul liber Z are semnificația fizică a valorii-limită spre care tinde timpul de flotație necesar atunci cînd viteza de curgere crește nelimitat.

Termenul p depinde de natura turbulenței; neglijînd variațiile acesteia, vom considera că p este constant.

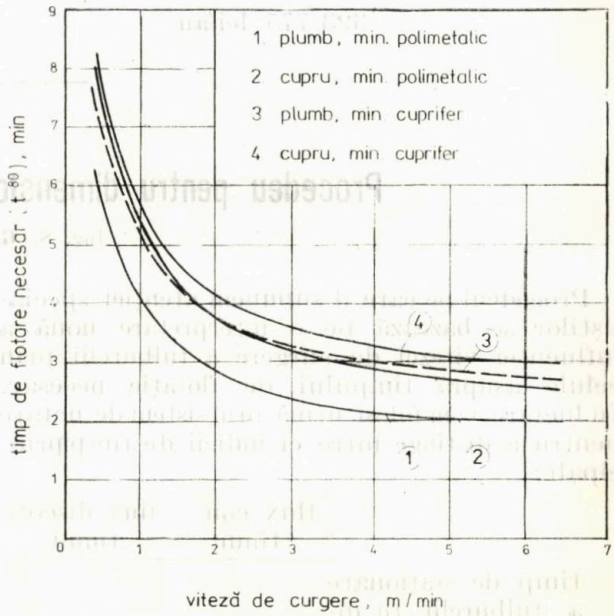


Fig. 1. Curbele variației timpului de flotație necesar pentru recuperarea de 80% a plumbului și cuprului din minereurile Nistru polimetalic și cuprifer, funcție de viteză de curgere a tulburelii prin celule (pilot, 1978)

Valoarea coeficienților X și Z, invariabili cu viteza de curgere a tulburelii, depinde, ca și timpul de flotație necesar, în primul rînd, de flotabilitatea mineralului, gradul de recuperare a lui în spumă și intensitatea aerației.

* Ganițchi, S. *Procedeu pentru dimensionarea instalațiilor de flotație.* Bibl. I.C.P.M.M.N. Baia Mare.

Definim flotabilitatea relativă a unui mineral ca fiind un indice care variază de la un mineral la altul, invers proporțional cu timpul de flotație necesar. Presupunem că pentru mai multe produse diferite s-a efectuat cîte o încercare de flotație în laborator, în

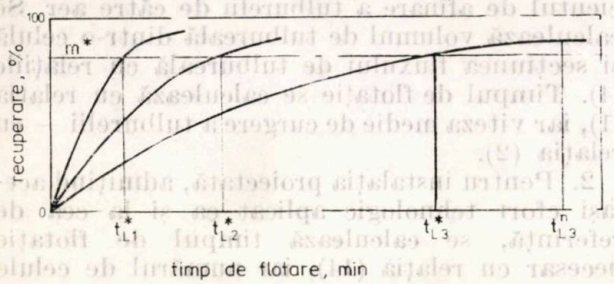


Fig. 2. Determinarea timpului de flotație reper și timpului de flotație necesar prin încercări de laborator (schiță de principiu)

condiții standardizate de agitare și aerație cu respectarea condițiilor tehnologice optime elaborate în cazul fiecărui produs (granulometrie, diluție, regim de reactivi etc.) și, culegînd și analizînd pe fracțiuni produsul flotat, s-au construit curbele de flotație $m - t_L$, caracteristice pentru fiecare produs (fig. 2). Se alege, ca reper comun, o anumită valoare m^* a recuperării, apropiată de recuperările finale, și se citește pe fiecare curbă de flotație timpul de flotație t^*_L necesar pentru realizarea recuperării-reper. Dacă pentru trei diferite minerale au fost găsiți timpii de flotație-reper t^*_{L1}, t^*_{L2} și t^*_{L3}, atunci flotabilitățile lor relative F_1, F_2 și F_3, potrivit definiției adoptate, vor satisface relația :

$$F_1 t^*_{L1} = F_2 t^*_{L2} = F_3 t^*_{L3} \qquad (6)$$

Se alege ca produs-etalon un minereu care se prelucrează industrial prin flotație în condiții tehnologice stabile și bine cunoscute, de ex. minereul de Cavnic. Se dă, convențional, valoarea $F_e = 1$ flotabilității relative a mineralului principal (de ex. galena) din minereul-etalon. Dacă timpul de flotație-reper pentru mineralul-etalon este t^*_{Le}, atunci flotabilitatea relativă a altor minerale din produse diverse va fi :

$$F_1 = \frac{t^*_{Le}}{t^*_{L1}}; \quad F_2 = \frac{t^*_{Le}}{t^*_{L2}} \text{ etc.} \qquad (7)$$

Definim timp de flotație relativ raportul dintre timpul de flotație necesar pentru realizarea recuperării dorite a mineralului dat, în condițiile tehnologice optime, și timpul său de flotație-reper. De exemplu, în cazul curbei $m - t_L$ pentru produsul 3 din figura 2, timpul de flotație-relativ va fi :

$$T_3 = \frac{t^n_{L3}}{t^*_{L3}} \qquad (8)$$

Definit în acest fel, timpul de flotație-relativ reflectă influența gradului de recuperare asupra timpului de flotație necesar, într-o formă potrivită pentru scopul urmărit aici.

Pentru a reda influența aerației folosim debitul de aer pe unitatea de suprafață a tulburelii din celulă, exprimat în $m^3/m^2 \cdot min$, așa cum rezultă din măsurătorile uzuale la instalațiile de flotație. Acest indice nu este pe deplin reprezentativ pentru influența aerației, deoarece, de exemplu, nu redă și gradul de dispersie a aerului, care poate fi diferit de la un tip de mașină de flotație la altul, însă actualmente nu dispunem pentru aerație de un indice mai fidel și în același timp suficient de practic. Vom nota acest indice prin q.

Ca funcții ale celor trei factori de mai sus, coeficienții din ecuația (5) pot fi exprimați prin relațiile :

$$X = x \frac{T}{Fq}, \text{ m}; \quad Z = z \frac{T}{Fq}, \text{ min} \qquad (9)$$

Dacă neglijăm influența altor factori (natura turbulenței, modul de evacuare a spumei etc.) și considerăm pe x și z constanți, atunci și raportul :

$$\frac{X}{Z} = \frac{x}{z} = r \qquad (10)$$

este constant. Într-adevăr, din cele patru curbe experimentale (fig. 1), folosind relațiile (5) și (10), s-au obținut pentru r, ca și pentru p, cîte patru valori apropiate între ele. Admițînd că deosebirile constatate se datoresc numai condițiilor de lucru nu destul de precise, pentru calculele care urmează am reținut media valorilor experimentale, care este :

$$p = 0{,}28 \text{ m/min și } r = 2{,}06 \text{ m/min} \qquad (11)$$

Considerăm că alura curbelor $t^{80} - U$ din figura 1 exprimă o legitate cu caracter general și că, deci, relația (5) poate fi folosită la dimensionarea circuitelor de flotație pentru diverse produse, cel puțin în domeniul minereurilor neferoase. În acest scop aducem relația (5) la forma :

$$t^n = Z \frac{U + p + r}{U + p}, \text{ min}, \qquad (12)$$

unde Z are funcția unui coeficient de timp și este singurul parametru care trebuie determinat de la caz la caz pentru definirea lui t^n ca funcție de U.

Este necesar să mai introducem o noțiune nouă: indicele de efort tehnologic, care poate avea două aspecte : efort necesar și efort aplicat. Efortul tehnologic necesar pentru realizarea recuperării dorite a unui mineral dintr-un anumit produs va fi cu atît mai mic cu cît este mai mare flotabilitatea

relativă a mineralului și va fi cu atît mai mare cu cît este mai mare timpul său de flotație relativ, adică :

$$E = z \frac{T}{F}, \text{ m} \qquad (13)$$

Pentru simplificarea calculelor ce urmează, am adoptat drept coeficient de proporționalitate constanta z din relația (9).

Din relațiile (9), (12) și (13) rezultă condiția de bază la care trebuie să răspundă valorile factorilor fizici esențiali ai procesului de flotație (q, t și U) pentru ca efortul tehnologic aplicat prin ei să fie egal cu cel necesar și deci să ducă la obținerea rezultatului dorit :

$$E = Z\,q = q\,t^n \frac{U + p}{U + p + r}, \text{ m} \qquad (14)$$

Cu ajutorul relației (14) se poate dimensiona, simplu și sigur, o instalație de flotație, plecînd de la rezultatele prelucrării aceluiași produs într-o altă instalație în flux continuu, fie pilot, fie industrială.

1. Se calculează cu relația (14) efortul tehnologic aplicat în instalația de referință. În acest scop se determină, cît mai exact, debitul mediu de tulbureală prin circuit, ținînd cont de debitele de spumă, sarcinile circulante, adaosul de apă. Se măsoară exact interiorul unei celule pentru stabilirea volumului util și secțiunii utile. Se măsoară aerația, se determină coeficientul de afînare a tulburelii de către aer. Se calculează volumul de tulbureală dintr-o celulă și secțiunea fluxului de tulbureală cu relațiile (4). Timpul de flotație se calculează cu relația (1), iar viteza medie de curgere a tulburelii — cu relația (2).

2. Pentru instalația proiectată, admițînd același efort tehnologic aplicat ca și la cea de referință, se calculează timpul de flotație necesar cu relația (14), iar numărul de celule necesar cu relația (1).

Pentru viitor, valorile constantelor p și r trebuie determinate mai minuțios, printr-un număr mai mare de încercări cu produse de natură diferită. Pînă atunci, cu un anumit risc de eroare, se pot lua valorile folosite în relația (11), ca fiind valabile pentru oricare mineral.

În tabelul 1 sînt prezentate caracteristicile principale ale procesului de flotație-pilot și

Tabelul 1

Caracteristicile procesului de flotație-pilot și industrial pentru diferite minereuri polimetalice în circuitul de flotație a plumbului

Caracteristica	U.M.	Cavnic		Herja		Baia Sprie			Nistru	
		pilot 1960	ind. 1959	pilot 1958	ind. 1958	pilot 1958	ind. lin. 1 1957	ind. lin. 3 1957	pilot 1978	ind. 1978
Conținut Pb în alim., a	% (rel.)	100	125	100	100	100	90	90	100	100
Recuperare Pb, m	%	87,2	90,83	90,6	92,3	87,5	89,8	89,8	80	79,8
Prelucrare minereu, A	t/24 h	2,88	250	3	320	3,0	96	300	—*	804
Tipul celulelor		Denver mec.	Jászb. mec.	Denver mec.	IPROMIN mec.	Denver mec.	M.S. pn-mec.	Denver mec.	pneumatice	IPROMIN mec.
Volum nominal	m³	0,05	1	0,05	1	0,05	0,6	1,4	0,3	2,8
Celule în circuit, N	buc.	5	10	5	11	5	7	10	—*	15
Volum tulb în 1 cel., V	m³	0,044	0,80	0,044	0,87	0,044	0,5	1,3	0,24	2,32
Secțiune de curgere, S	m²	0,138	0,86	0,138	0,94	0,138	0,64	1,2	0,06	1,60
Aerație, q	m³/m².min	0,450	0,350	0,450	0,364	0,450	0,550	0,350	1,700	0,320
Debit tulb. în circuit, Q	m³/min	0,0072	0,434	0,0077	0,738	0,0062	0,208	0,566	—*	1,531
Timp de flotație, t	min	30,55	18,4	28,6	13,0	35,5	16,8	23,0	—*	22,7
Viteză de curgere, U	m/min	0,052	0,505	0,056	0,785	0,045	0,325	0,472	—*	0,957
Coeficient de timp, Z	min	4,24	5,08	4,01	4,43	4,84	3,81	6,15	1,49	8,52
Efort tehnologic aplicat, E	m	1,91	1,78	1,80	1,61	2,18	2,10	2,15	2,53	2,73

*) — variabil conform studiului

industrial din anumiți ani pentru minereurile Cavnic, Herja și Baia Sprie, potrivit datelor din studiile existente la biblioteca I.C.P.M.M.N. Baia Mare, precum și pentru minereul Nistru polimetalic, potrivit datelor din documentația tehnologică a Uzinei de preparare Săsar și studiul pilot despre care am vorbit.

Se constată o apropiere mulțumitoare a efortului tehnologic aplicat pentru flotația plumbului din același minereu în instalații cu capacități mult diferite, de ordinul a 100 : 1. Remarcabilă este apropierea valorii acestui indice în cazul minereului Nistru, prelucrat în mașini de flotație de tipuri cu totul diferite, cu aerație mult diferită. Aceeași potrivire s-a constatat și în cazul minereurilor Roata polimetalic, Nistru cuprifer, Moldova-Nouă, precum și altor sorturi, pentru care s-au găsit date pilot și industriale apropiate în timp.

Aceasta constituie confirmarea valabilității procedeului de dimensionare arătat și, totodată, a concepției privind influența vitezei medii de curgere a tulburelii asupra timpului de flotație necesar, care stă la baza acestui procedeu.

Se deschide calea pentru multiple aplicații practice. Astfel, folosind procedeul de mai sus s-a calculat că la Uzina de preparare Baia Sprie, prin comasarea celor două fluxuri paralele existente, concomitent cu transformarea mașinilor de flotație din mecanice în pneumomecanice, se poate reduce la jumătate numărul de celule în circuitele de flotație ale plumbului și colectivă zinc-pirită, cu importante economii de energie, simplificarea procesului etc.

Se dechide posibilitatea de a dimensiona un circuit de flotație industrial, plecînd direct de la o încercare de laborator. Se determină o singură dată valoarea constantei z din relația (13), plecînd de la indicele de efort tehnologic E_e aplicat la instalația industrială de prelucrare a minereului etalon. Cunoscînd că $F_e = 1$, rezultă :

$$z = \frac{E_e}{T_e}, \qquad (15)$$

unde T_e se determină printr-o încercare de laborator cu minereul-etalon. Pentru produsul cercetat se determină indicii T și F, în modul arătat, și se calculează indicele de efort tehnologic necesar cu relația (13).

Relația (15) scoate în evidență semnificația fizică a constantei z, ca fiind efortul tehnologic necesar pentru obținerea recuperării reper ($T_e = 1$) cu mineralul etalon.

Condiția de bază pentru valabilitatea procedeului de dimensionare direct din laborator este de a se pune la punct tehnologia de măcinare și flotație în laborator, astfel încît să se apropie, în măsură suficientă, de cea industrială prin parametrii principali, începînd cu granulometria produsului măcinat și diluția tulburelii. Timpii de flotație în laborator și instalația industrială pentru același produs, la recuperări egale, trebuie să fie proporționali între ei, cel puțin în domeniul între recuperarea reper și cea dorită :

$$\frac{t^*}{t_L^*} = \frac{t^n}{t_L^n}$$

În sfîrșit, se deschide posibilitatea de a determina, simplu și sigur, volumul optim al unei celule pentru o anumită capacitate de prelucrare a unui produs dat. Se calculează, în modul arătat, numărul de celule necesar în cazul fiecărei mărimi de celulă din cele care stau la dispoziție și se alege varianta optimă după criteriile economice determinante (costul utilajului, montajului, construcției, energiei etc.).

Asupra condiţiilor de producere a pompajului şi sisteme antipompaj la compresoare centrifugale pentru gaze naturale

Ing. M. Bălan

Centrala gazului metan Mediaş

I. Generalităţi

Agregatul tehnologic principal din staţiile de comprimare, existente în schelele de extracţie, cît şi a celor intermediare, montate pe traseul conductelor de transport gaze naturale la mare distanţă, îl constituie compresorul centrifugal.

Primele suflante şi compresoare centrifugale au fost construite în Europa, în anul 1900, de către uzine specializate în execuţia turbinelor cu abur. Iniţial, acestea au fost utilizate în sistemele de mare capacitate pentru furnizarea aerului în industria minieră şi siderurgică. Între anii 1916—1920 compresoarele de aer au fost introduse în instalaţiile pentru producerea acidului azotic. În jurul anului 1930, compresoarele centrifugale apar în cadrul instalaţiilor din rafinării, precum şi în petrochimie. Începînd din anul 1947, compresoarele centrifugale sînt extensiv întrebuinţate la comprimarea gazelor naturale pe conductele magistrale, deşi a existat un precursor în acest domeniu încă din anul 1931, prin realizarea unei staţii de compresoare de către „Cities Service Gaz Co." (S.U.A.).

Dezvoltarea industriilor mari consumatoare de materie primă şi combustibil gazos a condus la sporirea considerabilă a debitelor transportate care au impus, la rîndul lor, adaptarea şi montarea agregatelor de comprimare avînd puteri unitare tot mai ridicate. Semnificativ pentru creşterea vertiginoasă a producţiei de compresoare centrifugale este faptul că, în anul 1956, totalul puterii instalate în astfel de agregate devenise egală cu cea existentă, la acea vreme, în compresoare cu piston.

Spre edificare menţionăm că la sfîrşitul anului 1965, în S.U.A. funcţionau agregate de comprimare centrifugale totalizînd 1 336 960 CP în 200 staţii destinate transportului şi înmagazinărilor subterane, iar în Olanda existau, la finele anului 1974, 593 400 CP instalaţi în compresoare pentru gaz natural. La începutul anului 1980, pe sistemul „Trans-Canada", însumînd 3 540 km conducte magistrale, erau date în exploatare compresoare centrifugale antrenate de turbine cu gaze industriale sau derivate din aeronautică care dezvoltau 836 750 CP, ceea ce reprezintă circa 75% din puterea instalată. Pe conducta avînd diametrul de 1 420 mm Orenburg — frontiera de vest a U.R.S.S., inclusiv zona europeană, sînt 27 staţii intermediare de comprimare, ce cuprind 108 grupuri însumînd 1 350 000 CP.

La începutul anului 1981, pe sistemele de conducte din S.U.A. destinate transportului hidrocarburilor gazoase erau instalate turbocompresoare totalizînd peste 16 mil. CP.

În industria gazieră din România, turbocompresoarele (compresoare centrifugale acţionate de turbine cu gaze) au fost montate în cîmpuri şi pe traseul conductelor începînd din anul 1962. Pînă în prezent, grupurile turbocompresoare cu puteri nominale între 1 200 şi 4 500 CP aflate în exploatare au depăşit 30% din puterea instalată în cele 969 agregate de comprimare pentru gaz metan şi gaze asociate.

Există o serie de factori care au determinat acceptarea, pe scară largă, a turbocompresoarelor, dintre care :

1 — creşterea continuă a debitelor de gaze extrase şi vehiculate ;

2 — perfecţionarea agregatelor de antrenare cu viteze ridicate, cum sînt :

— turbine cu gaze,
— turbine cu aburi,
— multiplicatoare de turaţie,

3 — îmbunătăţirea randamentelor volumetrice ale compresoarelor (de la circa 62 la peste 80%), creşterea raţiei de comprimare (de la 1,2 :1,5 la 7 : 1) şi a randamentelor termice ale turbinelor care au atins peste 30% faţă de 16% cît au avut primele modele ;

4 — simplitatea instalaţiei şi gabarite reduse ;

5 — costuri reduse pentru fundaţii, exploatare şi întreţinere ;

6 — posibilităţi largi de automatizare şi telecomandă.

Concomitent cu producţia de compresoare centrifugale are loc diversificarea tipo-dimensională şi constructivă a acestora. În principal, compresoarele centrifugale sînt caracterizate prin numărul etajelor, forma rotorului (deschis, semiînchis sau închis), dimensiunile rotorului, sistemul de fixare pe ax al rotorului

(frețat la rece, frețat la cald sau mecanice), forma și compartimentarea carcasei, direcția aspirației — refulării (axial — radial sau radial — radial).

II. Condiții de producere a pompajului la un compresor centrifugal

Compresoarele centrifugale pentru gaze naturale, indiferent de sistemul constructiv, transferă gazelor vehiculate, prin intermediul contactului nemijlocit cu rotorul (rotoarele), o cantitate de energie cinetică care, ulterior, cînd gazul ajunge în difuzor, se transformă în energie potențială (presiune de refulare). Randamentul acestei transformări atinge maximum în apropierea punctului nominal de funcționare corespunzător raportului de compresie și debitului pentru care s-a proiectat compresorul respectiv.

Pierderile energetice cauzate de frecări și de impactul masei de gaze cu paletele sînt minime la un anumit debit. Aceste pierderi cresc rapid cînd punctul de funcționare se situează deasupra sau dedesubtul punctului nominal calculat.

În general, și la un moment dat, orice compresor centrifugal funcționează la o turație constantă. În aceste condiții se poate reprezenta variația energiei cinetice transformată în presiune de refulare, raportată la debitul aspirat pe o diagramă avînd configurația din figura 1. Valoarea energiei H (măsurată în metri) indică cantitatea de gaze vehi-

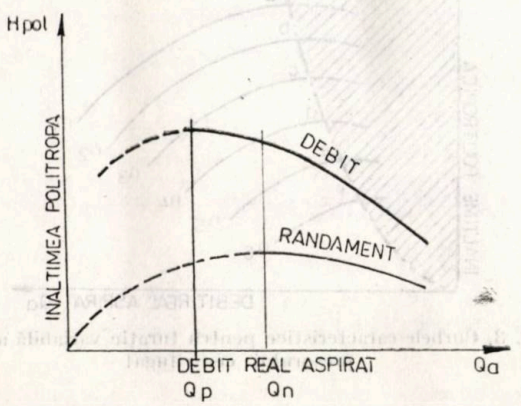


Fig. 1. Curbele caracteristice ale compresorului centrifugal la turație constantă

culate prin mașină, de la presiunea și temperatura de aspirație la presiunea și temperatura de refulare. În concordanță cu legile transformărilor termodinamice, mărimea înălțimii politropice se stabilește cu relația:

$$H_{pol} = Z_a \cdot R \cdot T_a \left[\left(\frac{n}{n-1} \right) \left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) \right], \text{ m} \quad (1)$$

în care:

Z_a este factorul de compresibilitate în condiții de aspirație;
R — constanta gazului;
T_a — temperatura de aspirație;
r — rația de comprimare (P_r / P_a);
n — exponentul politropic.

Atunci cînd rația de comprimare este mică greutatea specifică a gazului poate fi considerată aproape constantă și atunci relația poate fi scrisă sub forma:

$$H \cong \frac{P_r - P_a}{w}, \text{ m} \quad (2)$$

unde:

w este media greutății specifice a gazului.

Această formulă este valabilă pentru cazul ventilatoarelor, însă inacceptabilă pentru situația unui compresor centrifugal.

Curba reprezentată în figura 1 arată că înălțimea politropică este maximă pentru un anumit debit, ceea ce este de mare importanță, deoarece aceasta definește limita sub care funcționarea compresorului devine instabilă, prezentînd creșteri ale pulsațiilor de presiune și debit momentan însoțite de fenomene vibratorii sau bătăi, zgomote puternice și ridicarea bruscă a temperaturii. Acest regim critic, putînd avea consecințe grave asupra agregatului — în situația extinderii sale în timp —, este cunoscut sub numele de p o m p a j.

Solicitările alternative la care este supus rotorul compresorului în timpul condițiilor anormale de funcționare pot genera dezechilibrarea ansamblului rotor, deteriorarea lagărelor și etanșările compresorului. Un alt aspect grav îl constituie vibrațiile care au consecințe dezastruoase în caz de rezonanță cu conductele, chesonul comun, multiplicatorul de turații, sania-suport sau alte elemente din instalație.

Experiența acumulată în cei peste 15 ani de exploatare a turbocompresoarelor demonstrează și confirmă că, în general, paletajul compresoarelor axiale este substanțial afectat de pompaj, comparativ cu compresoarele centrifugale, iar prevenirea și evitarea fenomenu-

lui mult mai dificilă. Aceste manifestări produc, în numeroase cazuri, distrugerea în lanț a majorității sau chiar a tuturor paletelor fixe și mobile ale etajelor componente, ceea ce determină imobilizări îndelungate, durate și costuri importante ale reparațiilor.

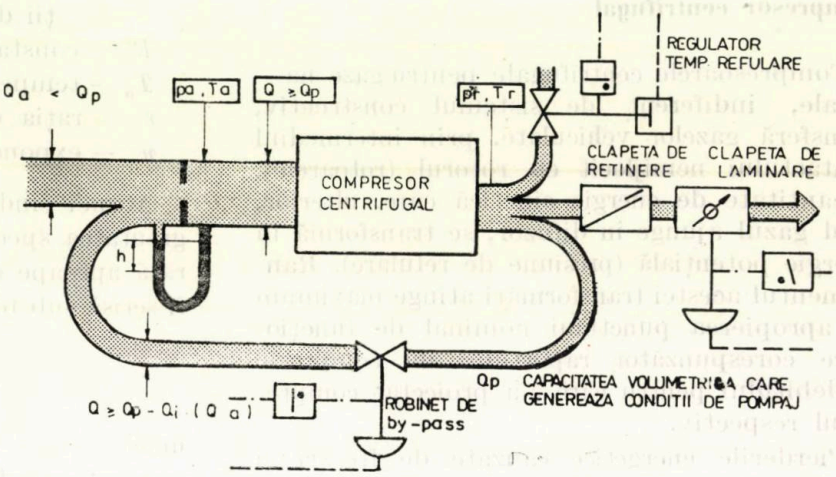


Fig. 2. Schema protecției antipompaj

Fenomenul de pompaj este cu atît mai periculos cu cît rația, debitul, presiunile și densitatea gazului sînt mai mari.

Atunci cînd debitul refulat Q_r ajunge sub capacitatea minim admisibilă Q_p, pompajul este evitat prin recircularea parțială a gazului prin compresor. În acest scop se montează un robinet automat pe o conductă de by-pass între racordurile de aspirație și refulare ale compresorului centrifugal. Cantitatea de gaze recirculată este, cel puțin, diferența între debitul corespunzător limitei admisibile de pompaj Q_p și debitul instantaneu vehiculat prin instalație Q_i, așa cum este ilustrat în figura 2.

La turații variabile există, pentru fiecare viteză de rotație, o curbă de capacitate asemănătoare cu cea reprezentată în figura 1.

Diagramele din figura 3 reprezintă curbele capacităților-limită corespunzătoare la diferite turații ($n_1 \ldots n_6$).

Pentru fiecare valoare a vitezei de rotație, la reducerea debitului supus procesului de comprimare, există un punct-limită după care apare și începe fenomenul de pompaj. Toate punctele-limită aferente diferitelor turații sînt marcate distinct pe curbele din figura 3 și notate cu *a*, *b*, *c*, *d*, *e* și *f*. Teoria compresoarelor centrifugale demonstrează că aceste puncte se înscriu pe o parabolă în cazul compresoarelor monoetajate; în situația compresoarelor multietajate, această curbă prezintă o formă mult mai complexă. Ecuația curbei este de forma:

$$H_{pol} = \Phi \cdot Q_a^2, \text{ m} \qquad (3)$$

unde: Φ este o constantă.

Din relația anterioară se obține:

$$Q_a = \sqrt{\frac{H_{pol}}{\Phi}}, \quad \text{Nm}^3/24 \text{ ore} \qquad (4)$$

În continuare, se vor prezenta, succint, căile de evitare și protecția mașinii în situațiile apariției manifestărilor caracteristice pompajului.

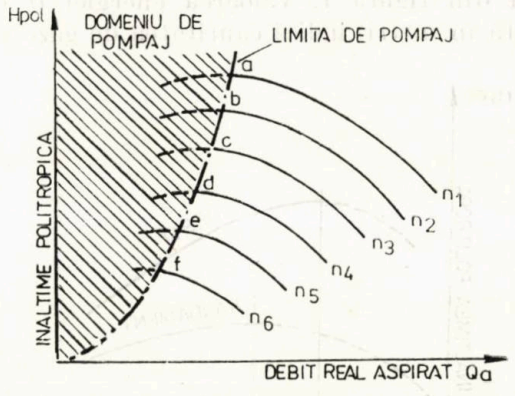


Fig. 3. Curbele caracteristice pentru turație variabilă a compresorului centrifugal

III. Soluții pentru evitarea pompajului și avarii potențiale la compresoare centrifugale

Compresoarele centrifugale au drept unic dezavantaj funcțional caracteristic — fenomenul de pompaj — care se produce atunci cînd

în regimul de exploatare intervin situaţii care determină necorelarea parametrilor stabiliţi prin proiectare ori sînt depăşite limitele trasate pe bancul de probă uzinal.

Fenomenul de pompaj survine în următoarele cazuri .

A. La scăderea presiunii de refulare cu 12–20% faţă de presiunea conductei, cînd începe curgerea în sens invers prin compresor a cantităţii de gaze vehiculate.

B. La reducerea debitului aspirat cu 40—80% din debitul nominal corespunzător unei anumite turaţii.

C. La schimbarea densităţii gazului, modificarea dimensiunilor elementelor de legătură sau dacă valorile unor parametri suferă schimbări importante.

D. La declanşarea bruscă a unui turbocompresor care funcţionează interconectat, în serie sau paralel, cu alt turbocompresor şi acesta aflat în serviciu.

E. La cuplarea unui turbocompresor cu un alt turbocompresor aflat în funcţiune, sau la cuplarea unui compresor la o reţea sub presiune.

În toate situaţiile regimul devine instabil, iar fenomenul este însoţit de zgomote puternice, creşterea bruscă a temperaturii gazelor şi compresorului, şocuri în conducte, diminuarea turaţiei la anul I cu 15—20% urmată de fluctuaţii ale acesteia, rotirea inversă a arborelui compresorului şi turbinei de putere, care pot genera accidente tehnice grave.

În cazul **A**, odată ce presiunea de refulare se disipează suficient, nu mai există cauze de scădere a presiunii, iar compresorul reatinge valorile parametrilor anterior stabilizaţi; dacă condiţiile de aspiraţie sau refulare nu suferă modificări, scăderea presiunii determină repetarea ciclică a fenomenului în aceeaşi succesiune. Frecvenţa ciclului de pompaj poate varia de la cîteva cicluri pe minut la 10 sau mai multe pe secundă.

Atunci cînd compresorul centrifugal funcţionează în cadrul unei staţii intermediare de comprimare de pe un sistem de transport gaze, avînd lungimea de peste 200 km, inerţia şi viteza redusă de transmitere a undei de presiune impun durate relativ ridicate (ordinul orelor) pînă la modificarea regimului şi soluţia pentru evitarea pompajului constă în oprirea intenţionată a unui (unor) agregate pe timp limitat.

În situaţia **B**, procentajul-limită al debitului aspirat, la care se întîmplă pompajul, este hotărîtor influenţat de factorii : concepţia termodinamică a compresorului, proprietăţile gazului din proces, stabilitatea debitului ş.a.

Grupa condiţiilor specifice **C** care pot provoca pompaj includ : nivelul densităţii gazului comprimat, admisia unor lichide, dimensiunile racordurilor de aspiraţie-refulare, schimbarea numărului şi capacităţilor sau funcţionare necorespunzătoare a separatoarelor de pe aspiraţie, frecări între rotor şi părţile statice urmată de încălzirea sau vibrarea maşinii, supraturarea, variaţii ale momentului de torsiune al arborelui principal şi alţi factori similari.

În ultimele două situaţii (**D** şi **E**) pompajul este generat de fluctuaţiile extreme ale debitului şi raţiei de comprimare. Cîteodată bypass-ul se realizează chiar în carcasa compresorului şi este conectat la un turbodetentor cuplat la capătul arborelui compresorului. În această manieră o parte din puterea compresorului, posibil a fi pierdută prin laminări, este recuperată.

Exceptînd pompajul propriu-zis, mai există unele manifestări cunoscute sub denumirea de „pompaj neenergic" — în cazul compresoarelor cetrifugale şi „blocaj rotaţional" — pentru situaţia compresoarelor axiale. Aceste fenomene pot apărea în compresoare oricînd un component individual, cum este un etaj, atinge condiţii aerodinamice instabile înaintea altor etaje cu care este înseriat. În acest caz etajul individual instabil poate produce pulsaţii de debit în limitele geometriei sale, în timp ce restul etajelor şi maşina în ansamblu sînt suficient de stabile pentru a susţine, în general, capacitatea de producere a presiunii de refulare şi sensul corect al debitului. Aceste condiţii se pot manifesta fără fluctuaţii de presiune sau zgomote perceptibile în exteriorul compresorului. În fond, cel mai adesea, instabilitatea din rîndul componentelor (treptelor) creează suficiente fluctuaţii ale debitului astfel încît, în final, componentele adiacente se distrug, instabilitatea se accentuează şi maşina, în totalitate, intră în pompaj.

Uzual, aceste situaţii survin la un debit apropiat de condiţiile generale de pompaj ale compresorului centrifugal. În acest sens un exemplu

edificator îl constituie compresoarele frigorifice multietajate care au încărcări pe o singură parte a rotorului, între etaje, așa încît sînt îndeosebi susceptibile la „pompaj neenergic", deoarece nu există cuplaj închis cu aer intertrepte, debitul pe etaj devine un element declanșator al instabilității generale a agregatului.

Pentru constructorii de compresoare este imposibil să cuantifice mărimea forțelor implicate și dezvoltate de pompaj, iar apoi să proiecteze protecția compresorului pentru orice condiție de funcționare sau circumstanțe.

Iată de ce, singura soluție constă în montarea agregatului, astfel încît racordurile de aspirație -refulare să permită curgerea liberă a gazului, să nu transmită momente de torsiune sau tensiuni la flanșele compresorului și să se prevadă sistemele de supraveghere — protecție antipompaj care evită eventualele situații periculoase sau avarii potențiale.

Cele mai frecvente defecțiuni care apar în urma declanșării pompajului constau în deteriorarea discurilor, arborelui, lagărelor și etanșărilor compresorului care necesită, în multe situații, reechilibrarea electrodinamică a ansamblului rotor. În unele cazuri defecțiunile pot afecta părți ale turbinei de putere utilă : lagărele, paletajele ș.a.

IV. Protecția și reglajul antipompaj

Așa cum s-a arătat, pompajul reprezintă condiții de lucru neuniforme și grele care trebuie evitate. Aceasta înseamnă că pentru un compresor centrifugal, avînd caracteristica din figura 3, trebuie menținut permanent punctul de funcționare în exteriorul zonei pompajului. Această condiție este transpusă analitic, luînd în considerare relația (4) a parabolei care este, de fapt, locul geometric al punctelor-limită de pompaj, în relația :

$$Q_a \geq \sqrt{\frac{H_{pol}}{\Phi}}, \text{ m} \qquad (5)$$

Dealtfel, luînd în considerare relația (1), care dă rația de comprimare obtenabilă la o înălțime politropică H_{pol} și la o anumită temperatură de aspirație T_a, se va obține :

$$Q_a \geq \sqrt{\frac{Z_a \cdot R \cdot T_a}{\Phi}\left(\frac{n}{n-1}\right)\left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1\right)} \qquad (6)$$

sau :

$$Q_a \geq \sqrt{\frac{Z_a \cdot R \cdot T_a}{\Phi}} \cdot \sqrt{y} \qquad (7)$$

în care :

$$y = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1\right). \qquad (8)$$

Este necesar de subliniat că teoria compresoarelor centrifugale poate arăta aceea că exponentul politropic n rămîne la o valoare constantă de-a lungul parabolei de pompaj.

Pentru satisfacerea condiției impuse de relația (7), este necesar, în primul rînd, măsurarea și cunoașterea permanentă a valorii debitului. În acest scop, pe conducta de aspirație sau de refulare se prevede un dispozitiv specific măsurării debitului : tub Venturi, diafragmă sau tub Pitot-Prandtl. Presiunea diferențială măsurată h permite calcularea debitului volumetric pentru cazul diafragmei cu formula :

$$Q = S \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \frac{T_0}{P_0}\sqrt{K}\sqrt{\frac{\frac{B}{735{,}5} + P_1}{\rho(273 \pm t_1)}} \cdot h, \quad \text{m}^3/\text{h} \qquad (9)$$

în care :

- S este secțiunea liberă a orificiului calibrat, m² ;
- α — coeficient de scurgere ;
- ε — factor de compresibilitate (expansiune) ;
- d — diametrul orificiului, m ;
- T_0 — temperatura de referință, °K ;
- P_0 — presiunea de referință, kg/m² ;
- K — coeficient de abatere de la legea gazelor perfecte ;
- B — presiunea barometrică, mm col. Hg ;
- P_1 — presiunea gazului în amonte de diafragmă ;
- h — presiunea diferențială, mm col. apă ;
- ρ — densitatea gazului (aer = 1) ;
- t_1 — temperatura efectivă a gazului în amonte de orificiu, °C.

Formula de bază se transformă după cum se alege starea de referință : $T_0 = 288°$ K(+ 15°C), $P_0 = 10\,330$ kg/m² (760 mm col. Hg) și $\rho = 0{,}554$, obținîndu-se :

$$Q_{15} = 25{,}38372\ \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2\sqrt{K} \cdot \sqrt{\frac{\frac{B}{735{,}5} + P_1}{\rho(273 \pm t_1)}} \cdot h, \quad \text{Nm}^3/\text{h} \qquad (10)$$

Dezvoltarea calculelor în baza mărimilor deja definite și luîndu-se în considerare presiunea de aspirație și presiunea diferențială pe diafragmă, care pot fi continuu măsurate, se determină capacitatea volumetrică instantanee cu formula:

$$Q_a = \sqrt{C^2 \cdot Z_a \cdot R \cdot T_a \frac{h}{P_a}}, \quad \text{m}^3 \qquad (11)$$

în care:

C este constanta generală a orificiului.

Așadar, este necesar să se măsoare presiunea și temperatura de aspirație, presiunea diferențială, și să se cunoască Z_a și R, care depind de compoziția gazului. Iată de ce, se substituie formula (11) în relația (6), obținîndu-se relația (12), care va permite eliminarea lui Z_a, R și T_a.

$$\sqrt{C^2 \cdot Z_a \cdot R \cdot T_a \frac{h}{P_a}} \geqslant \sqrt{\frac{Z_a \cdot R \cdot T_a}{\Phi}\left(\frac{n}{n-1}\right)\left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1\right)} \qquad (12)$$

Simplificarea efectuată se datorează faptului că a fost acceptată ipoteza că locul geometric al punctelor-limită de pompaj urmărește parabola definită prin ecuația (4) și că efectul comprimării este cel stabilit prin relația (1).

Dezvoltînd ecuația (12) se ajunge la relația ce definește condiția de antipompaj:

$$h \geqslant \frac{P_a}{\Phi C^2}\left[\left(\frac{n}{n-1}\right)\left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1\right)\right] = y\frac{P_a}{\Phi C^2} \qquad (13)$$

Această relație, complexă sub aspect teoretic, prezintă importanță deoarece:

- nu depinde de turația compresorului;
- este independentă de temperatura de aspirație;
- este influențată de compoziția gazului numai prin exponentul adiabatic n care, oricum, are un aport cantitativ redus prin y;
- se cere numai măsurarea lui h (Δp), P_a și P_r.

Condiția de antipompaj este evident $Q_a \geqslant Q_p$ ceea ce, luînd în considerare formula (11), conduce la:

$$\sqrt{C^2 \cdot Z_a \cdot R \cdot T_a \frac{h}{P_a}} \geqslant Q_p \qquad (14)$$

din care rezultă condiția:

$$h \geqslant \frac{Q_p^2 \cdot P_a}{C^2 \cdot Z_a \cdot R \cdot T_a} \qquad (15)$$

Un sistem de reglaj-protecție antipompaj bazat pe această condiție necesită măsurarea mărimilor h, P_a și T_a și este mult influențat de variația compoziției gazului comprimat prin elementele Z_a și R. Obișnuit și convențional este întrebuințată relația (13) unde Φ își pierde semnificația de constantă a parabolei admițînd o relație între pompaj la o anumită înălțime politropică H_{pol} și patratul debitului de pompaj corespunzător Q_p^2. În plus, relația (13), cu toate că întotdeauna necesită măsurarea celor trei mărimi (h, P_a și P_r), este puțin influențată de variația exponentului politropic n și, în consecință, de modificările compoziției gazului.

Utilizarea practică a relației (13) impune un calcul imposibil pentru posibilitățile aparatajului existent în tehnica curentă. De aceea, o considerabilă simplificare poate fi obținută prin substituirea expresiei y care apare în relația (13), după cum urmează:

$$y = a \cdot r \pm b \qquad (16)$$

în care a și b sînt numere pozitive avînd expresiile:

$$a = r^{\frac{1}{n}}$$

$$b = \pm\frac{1}{n-1}\left(r^{\frac{n-1}{n}} - n\right)$$

Sub aspect geometric, acest artificiu echivalează cu înlocuirea curbei dată de formula (8) cu o linie dreaptă, care va fi tangentă la curba inițială în punctul în care corespunde media condițiilor de lucru (fig. 4).

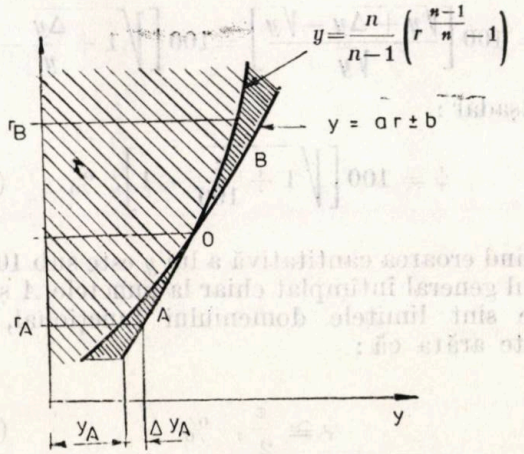


Fig. 4. Nomograma funcțiilor (8) și (16)

Analizînd figura 4, se remarcă că prin înlocuirea curbei dată de relația (8), cu linia dreaptă tangentă la aceasta, valorile lui y sînt mai mari. Înlocuirea acestor valori superioare ale lui y

în relația (13), care exprimă condiția de antipompaj, determină creșterea secțiunii ocolitorului față de strictul necesar, necesar care s-ar obține cu valoarea lui y dată de curba ecuației (8). În această situație se atribuie o siguranță suplimentară funcționării compresorului.

Este interesant să se exprime analitic eroarea inclusă în capacitatea by-pass-ului. De exemplu, în punctele A și B, care reprezintă condițiile extreme de funcționare, eroarea atinsă este maximă dat fiindcă, așa cum se poate vedea în figura 4, distanțele între linia dreaptă și curbă sînt maximale. Pentru început să examinăm eroarea procentuală a mărimii cantitative y

$$\varepsilon = 100\frac{\Delta y}{y},\ \%$$

$$\varepsilon = 100\left[\frac{(a\cdot r \pm b) - \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1\right)}{\left(\frac{n}{n-1}\right)\left(r^{\frac{n-1}{n}} - 1\right)}\right],\ \% \qquad (17)$$

Această eroare implică luarea în considerație a relației (7), respectiv și eroarea capacității dată de relația:

$$\psi = 100\frac{\Delta Q}{Q},\quad \%$$

$$\psi = 100\left[\frac{\sqrt{\frac{Z_a\cdot R\cdot T_a}{\Phi}}\sqrt{y+\Delta y} - \sqrt{\frac{Z_a\cdot R\cdot T_a}{\Phi}}\cdot\sqrt{y}}{\sqrt{\frac{Z_a\cdot R\cdot T_a}{\Phi}}\cdot\sqrt{y}}\right]$$

$$\psi = 100\left[\frac{\sqrt{y+\Delta y} - \sqrt{y}}{\sqrt{y}}\right] = 100\left[\sqrt{1+\frac{\Delta y}{y}} - 1\right]$$

Așadar:

$$\psi = 100\left[\sqrt{1+\frac{\varepsilon}{100}} - 1\right],\ \% \qquad (18)$$

Cînd eroarea cantitativă a lui y este sub 10%, cazul general întîmplat chiar la punctele A și B care sînt limitele domeniului funcțional, se poate arăta că:

$$\psi \cong \frac{\varepsilon}{2},\ \% \qquad (19)$$

Aceasta înseamnă că, capacitatea by-pass-ului este excedentară comparativ cu valoarea teoretic minim necesară, în general cu circa 5%, ceea ce este considerată o valoare acceptabilă.

În rezolvarea problemelor curente din industrie, se trasează limita de pompaj teoretic, după care se determină, pentru debitul nominal și condiții normale de funcționare, o zonă de protecție, majorată cu circa 5% din debit, delimitată prin linia de protecție la pompaj (fig. 5). În majoritatea cazurilor, dar întotdeauna pentru prototipuri, limitele de pompaj sînt verificate pe standul de probă uzinal. În cadrul instalațiilor, sistemul de protecție antipompaj se reglează după linia de protecție în domeniul de exploatare al compresorului.

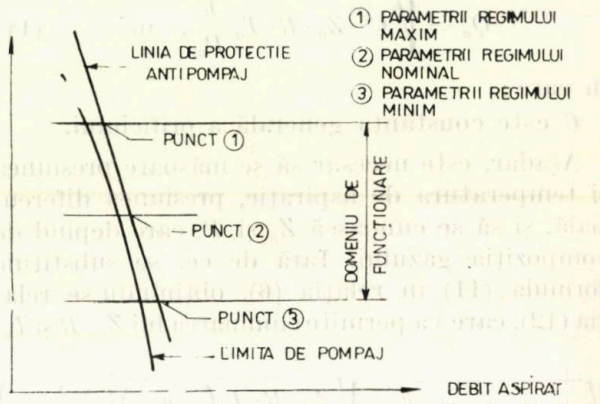


Fig. 5. Configurația limitei de pompaj pentru presiune constantă de refulare

Prin simplificările introduse de condițiile de antipompaj exprimate de ecuația (13) aceasta devine:

$$h \geqslant \frac{a}{\Phi\cdot C^2}\left(P_r \pm \frac{b}{a}P_a\right) \qquad (20)$$

Avîndu-se în vedere că, în cele mai frecvente situații practice, cantitatea $\frac{b}{a}\cdot P_a$ este neglijabilă față de P_r, ecuația (20) este redusă la expresia:

$$h \geqslant \frac{a}{\Phi\cdot C^2}\cdot P_r \qquad (21)$$

În continuare se va descrie, succint, un sistem de protecție antipompaj fundamentat pe ultima relație.

V. Schema generală a sistemului antipompaj

În figura 6 este redată schema de reglaj-protecție antipompaj în cele mai generale condiții. Mărimile măsurate sînt h, P_a și P_r. Semnalele prelevate sînt transmise și succesiv prelucrate în aparate care execută adunarea, scăderea, înmulțirea și raportul, astfel încît de la ultimul instrument se obține mărimea $h/P_r \pm \frac{b}{a}P_a$. Regulatorul antipompaj menține

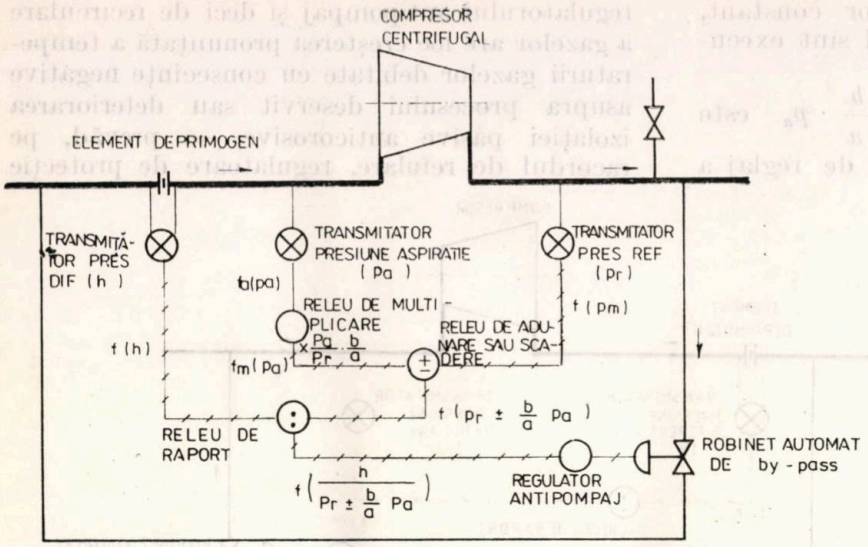


Fig. 6. Schema generală a protecției antipompaj

acest raport constant la valoarea fixată de relația (20). Se introduc următoarele notații:

$X_A - X_B$ — domeniul semnalelor;
$O - H$ — domeniul transmițătorului de presiune diferențială h;
$O - P_a$ — domeniul transmițătorului presiunii de aspirație P_a;
$O - P_r$ — domeniul transmițătorului presiunii de refulare P_r.

În cadrul schemei din figura 6 și pe baza simbolurilor sus-arătate, se vor analiza semnalele generate și anume:

$$f(h) = X_A + (X_B - X_A) \cdot \frac{h}{H}$$

$$f_a(p_a) = X_A + (X_B - X_A) \cdot \frac{p_a}{P_a}$$

$$f_r(p_a) = X_A + (X_B - X_A) \frac{b}{a} \cdot \frac{p_a}{P_r}$$

$$f(p_r) = X_A + (X_B - X_A) \frac{p_r}{P_r}$$

$$f\left(p_r + \frac{b}{a} p_a\right) = X_A + (X_B - X_A) \frac{p_r + \frac{b}{a} p_a}{2P_r}$$

$$f\left(p_r - \frac{b}{a} p_a\right) = X_A + (X_B - X_A) \frac{p_r - \frac{b}{a} p_a}{P_r}$$

$$f\left(\frac{h}{P_r + \frac{b}{a} P_a}\right) = X_A + (X_B - X_A) \frac{2P_r}{H} \cdot \frac{h}{p_r - \frac{b}{a} p_a}$$

$$f\left(\frac{h}{P_r + \frac{b}{a} P_a}\right) = X_A + (X_B - X_A) \frac{P_r}{H} \frac{h}{p_r - \frac{b}{a} p_a}$$

Din relația concentrată a antipompajului (20) se deduce:

$$\frac{h}{p_r \pm \frac{b}{a} p_a} \geqslant \frac{a}{\Phi \cdot C^2} \qquad (22)$$

Acum se poate stabili mărimea impusă sau punctul de consemn al regulatorului antipompaj care, în cazul aplicării relației (20), necesită un semnal pozitiv sau negativ.

$$X_A + (X_B - X_A) \frac{2P_r}{H} \cdot \frac{a}{\Phi \cdot C^2} \qquad (23)$$

$$X_A + (X_B - X_A) \frac{P_r}{H} \cdot \frac{a}{\Phi \cdot C^2} \qquad (24)$$

În majoritatea cazurilor în instalațiile industriale sînt utilizate aparate și instrumente pneumatice, schema anterior comentată putînd fi soluționată ca în figura 7. Funcțiile de calcu-

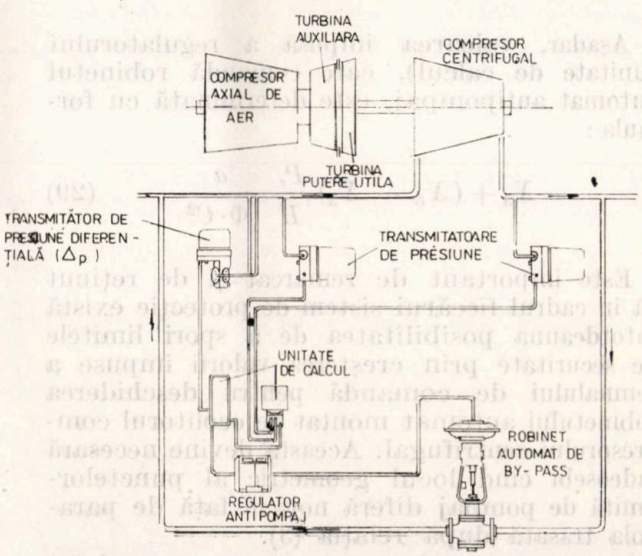


Fig. 7. Schema dispunerii și conexiunilor elementelor pneumatice din sistemul de protecție antipompaj

laţie : multiplicarea cu un factor constant, adunarea sau scăderea şi raportul sînt executate numai de două aparate.

Pentru situaţia în care factorul $\frac{b}{a} \cdot p_a$ este neglijabil în raport cu p_r, schema de reglaj a protecţiei antipompaj arată ca în figura 8. Analiza semnalelor este următoarea :

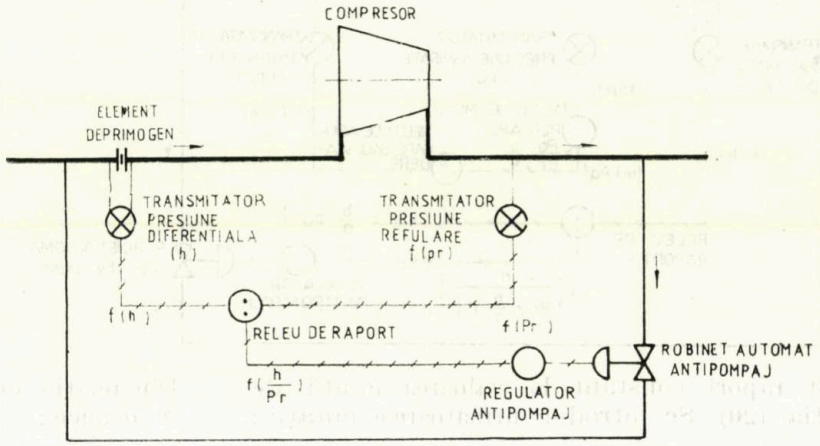


Fig. 8. Schema de reglaj antipompaj pentru cazul : $\frac{a}{b} \cdot p_a \leq p_r$

$$f(h) = X_A(X_B - X_A)\frac{h}{H} \qquad (25)$$

$$f(p_r) = X_A + (X_B - X_A)\frac{p_r}{P_r} \qquad (26)$$

$$f\left(\frac{h}{p_r}\right) = X_A + (X_B - X_A)\frac{P_r}{H} \cdot \frac{h}{p_r} \qquad (27)$$

Pornind de la relaţia antipompajului (21) :

$$\frac{h}{P_r} \geqslant \frac{a}{\Phi \cdot C^2} \qquad (28)$$

Aşadar, valoarea impusă a regulatorului (unitate de calcul), care comandă robinetul automat antipompaj, este determinată cu formula :

$$X_A + (X_B - X_A)\frac{P_r}{H} \cdot \frac{a}{\Phi \cdot C^2} \qquad (29)$$

Este important de remarcat şi de reţinut că în cadrul fiecărui sistem de protecţie există întotdeauna posibilitatea de a spori limitele de securitate prin creşterea valorii impuse a semnalului de comandă pentru deschiderea robinetului automat montat pe ocolitorul compresorului centrifugal. Aceasta devine necesară îndeosebi cînd locul geometric al punctelor-limită de pompaj diferă notabil faţă de parabola trasată după relaţia (3).

Dat fiind faptul că, pe durata pompajului intern sau de menţinere în poziţie deschisă a regulatorului antipompaj şi deci de recirculare a gazelor are loc creşterea pronunţată a temperaturii gazelor debitate cu consecinţe negative asupra procesului deservit sau deteriorarea izolaţiei pasive anticorosive, se prevăd, pe racordul de refulare, regulatoare de protecţie la depăşirea unei temperaturi prestabilite (50—60°C). Regulatoarele automate rămîn deschise şi evacuează parţial la coş gazul din conducta de refulare pînă se restabileşte temperatura sub limita admisă.

Pentru situaţiile în care două sau mai multe compresoare centrifugale cu puteri individuale pînă la 5 000 CP sînt dispuse adecvat funcţionării în serie sau paralel, fiecare agregat este prevăzut cu instalaţie independentă de protecţie antipompaj sau temperatură excesivă la refulare.

În cadrul staţiilor de compresoare echipate cu agregate avînd puteri unitare de peste 7—8 000 CP şi turaţii de circa 6 000 rot/min sînt concepute sisteme de protecţie antipompaj comune în cadrul cărora, pe un acelaşi ocolitor, montat între aspiraţia şi refularea staţiei, se instalează unul sau două robinete automate antipompaj.

Indiferent de puterea agregatului de comprimare, pe conducta de refulare, înaintea regulatorului de temperatură, se prevede (fig. 2) o clapetă de reţinere (de sens unic) cu timp de închidere de circa 0,5 s. Aceasta constituie un element de siguranţă mărită datorită timpului de închidere extrem de scurt, faţă de inerentele dereglări, eventuale defecţiuni, accidente tehnice, obturarea conductelor de impuls sau a histerezisului sistemului automat cu echipament pneumatic.

VI. Cîteva soluţii aplicate în industria gazieră

Pentru exemplificare s-au luat în considerare cîteva instalaţii alcătuite dintr-un compresor centrifugal monoetajat, de înaltă presiune şi medie capacitate, antrenat de o turbină cu gaze direct sau prin intermediul unui multiplicator

Tabelul 1

Specificaţie	Tipul compresorului centrifugal			
	PRL–351	C–304	RCP–47,5	CDP–20
Gaz vehiculat	CH_4	CH_4	CH_4	CH_4
Greutate moleculară	16,12	16,12	16,12	16,12
Exponent adiabatic, $K=\frac{C_p}{C_v}$	1,31	1,31	1,31	1,31
Factor de compresibilitate, Z_a	0,935	0,935	0,935	0,935
Greutatea specifică la asp., da N/m³	0,717	0,717	0,717	0,717
Exponent politropic ref., n	1,49	1,49	1,49	1,49
Presiunea de aspiraţie, da N/cm² abs	34	23 29,1	36 41	43
Temperatura de aspiraţie, °C	10	3 31	10 22⁶	20
Debit aspirat, Nm³/24 ore	$5,1\cdot10^6$	$5,4\cdot10^6$	10.10	$10,63\cdot10^6$
Debit masic, da N/S	42,32	44,81	82,9	88,24
Presiunea de refulare, da N/m² abs	44	29,3 39	41,3 48	49
Raţia de comprimare	1,29	1,27 1,34	1,15 1,17	1,14
Turaţia, rot/min	15 500/17 700	13 500/13 100	8 340/10 060	9 000/10 500
Puterea la cuplaj, CP	4 000	3 830	3 100/3 310	3 230
Temperatura de refulare	45	31 61	22 34	30

de turaţii. Parametrii tehnologici sînt redaţi tabelar şi arată extinderea plajei funcţionale. Maşinile au fost de aşa manieră alese încît să se înfăţişeze soluţionări diferite ale sistemului antipompaj.

Schema generală de protecţie antipompaj şi împotriva temperaturii excesive a gazului refulat a compresorului centrifugal PRL-351 este redată în figura 9. În acest caz debitul comprimat se măsoară cu diafragma montată pe conducta de aspiraţie a compresorului. Se observă că valorile instantanee ale parametrilor regimului funcţional (p_a, p_r, Δp şi t_r) sînt convertite în semnale electrice unificate care se transmit la aparatura de prelucrare şi comandă-control.

Valorile celor două presiuni şi a debitului sînt introduse în unitatea de calcul, care generează un semnal de ieşire către regulatorul antipompaj. În funcţie de valoarea impusă, se comandă deschiderea robinetului automat antipompaj de pe ocolitorul compresorului, ceea ce permite reintrarea în ciclul de aspiraţie a unei anumite cantităţi de gaze, astfel încît punctul de funcţionare să se deplaseze deasupra limitei de pompaj.

Parcurgînd metodologia de calcul arătată, utilizînd datele din tabel, rezultă un coeficient de siguranţă de 0,875, ceea ce înseamnă că valoarea impusă este de 13,2 psi.

În figura 10 este prezentată schema generală de protecţie antipompaj a compresorului C-304.

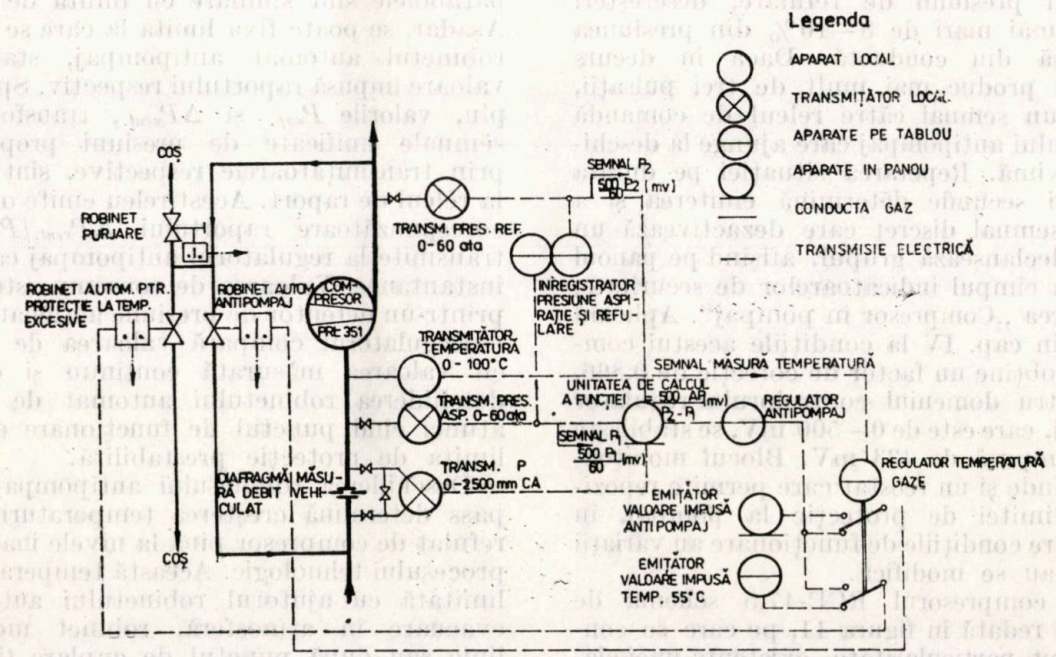


Fig. 9. Schema de reglare antipompaj compresor centrifugal tip PRL–351

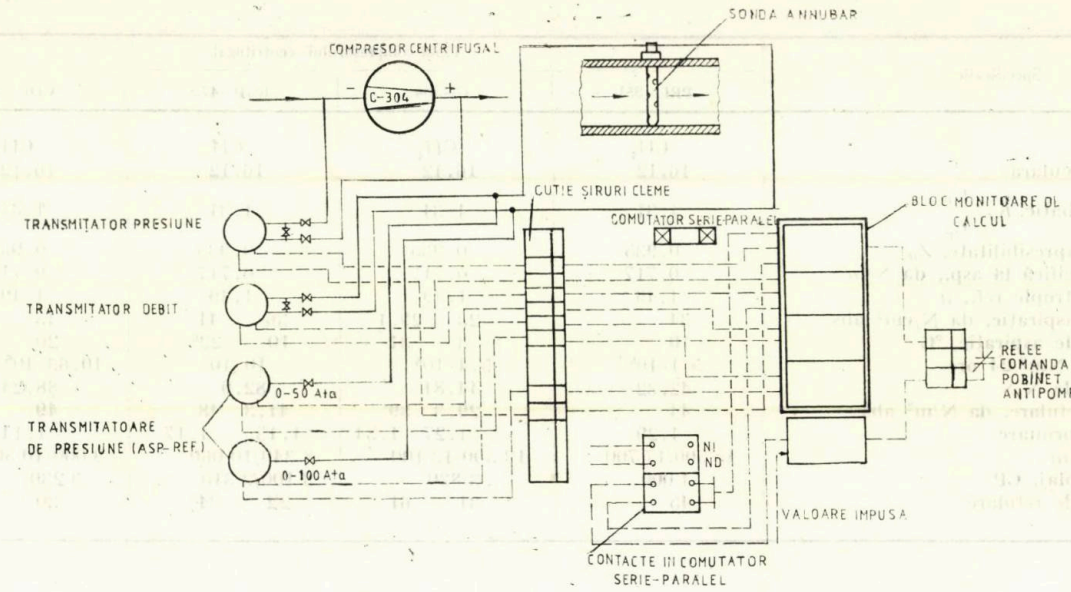


Fig. 10. Schema de protecţie antipompaj compresor C—304

Sistemul de măsură a debitului se realizează cu sonda „Anubar", construită pe principiul tubului Pitot-Prandtl.

Toate transmisiile şi comenzile sînt în sistem unificat de parametri şi impulsuri electrice, iar prelucrarea cu aparatură—în exclusivitate electronică.

În timpul pompajului, presiunea de refulare poate coborî între 12 şi 20% din presiunea conductei, în timp ce presiunea de aspiraţie rămîne constantă. Transmiţătoarele emit semnale proporţionale cu fiecare scădere a presiunii, către blocul monitoarelor de calcul. Un contor din blocul monitoarelor numără toate pulsaţiile descreşterii presiunii de refulare, descreşteri care sînt mai mari de 8—10% din presiunea momentană din conductă. Dacă în decurs de 5 s se produc mai mult de trei pulsaţii, se emite un semnal către releul de comandă al robinetului antipompaj care ajunge la deschiderea maximă. Repetarea situaţiei pe durata altor cinci secunde determină emiterea şi a unui alt semnal discret care dezactivează un releu ce declanşează grupul, afişînd pe panoul central, în cîmpul indicatoarelor de securitate, semnalizarea „Compresor în pompaj". Aplicînd relaţiile din cap. IV la condiţiile acestui compresor, se obţine un factor de corecţie de 0,866, adică pentru domeniul controlorului-regulator de pompaj, care este de 0—500 mV, se stabileşte valoarea impusă de 433 mV. Blocul monitoarelor cuprinde şi un reostat care permite repoziţionarea limitei de protecţie la pompaj, în cazul în care condiţiile de funcţionare au variaţii extreme sau se modifică.

Pentru compresorul RCP-47,5 schema de reglaj este redată în figura 11, pe care se constată, drept particularitate, existenţa unei clapete de laminare destinată creării raţiei artificiale şi punerea sub sarcină a compresorului după pornire. Măsurarea debitului se face utilizînd drept organ deprimogen un tub Venturi.

Reglajul antipompaj evită pompajul compresorului centrifugal în funcţie de raportul dintre presiunea de refulare şi presiunea de aspiraţie critică, caracteristică unei anumite turaţii, pentru care evacuarea gazului comprimat este complet perturbată. Această situaţie se preîntîmpină prin recircularea unei părţi din debitul de gaz refulat, prin aspiraţia compresorului. Teoretic, se arată că pentru rapoartele $\Delta P_{vent.}/P_{asp.} = \text{const.}$ sau $P_{ref.}/P_{asp.crit.} = K(Q_v)^2_{asp}$, parabolele sînt similare cu limita de pompaj. Aşadar, se poate fixa limita la care se deschide robinetul automat antipompaj, stabilind o valoare impusă raportului respectiv. Spre exemplu, valorile $P_{asp.}$ şi $\Delta P_{vent.}$, transformate în semnale unificate de presiuni proporţionale prin transmiţătoarele respective, sînt conduse la releul de raport. Acest releu emite o presiune corespunzătoare raportului $\Delta P_{vent.}/P_{asp.}$ şi o transmite la regulatorul antipompaj ca valoare instantanee. Valoarea de consemn este impusă printr-un detentor de presiune acţionat manual.

Regulatorul compară valoarea de consemn cu valoarea măsurată continuu şi comandă deschiderea robinetului automat de by-pass, atunci cînd punctul de funcţionare depăşeşte limita de protecţie prestabilită.

Deschiderea robinetului antipompaj de by-pass determină creşterea temperaturii gazului refulat de compresor pînă la nivele inadmisibile procesului tehnologic. Această temperatură este limitată cu ajutorul robinetului automat de evacuare în atmosferă, robinet montat în linie sau după punctul de cuplare (în sensul de curgere) al ocolitorului. Funcţionarea rezidă

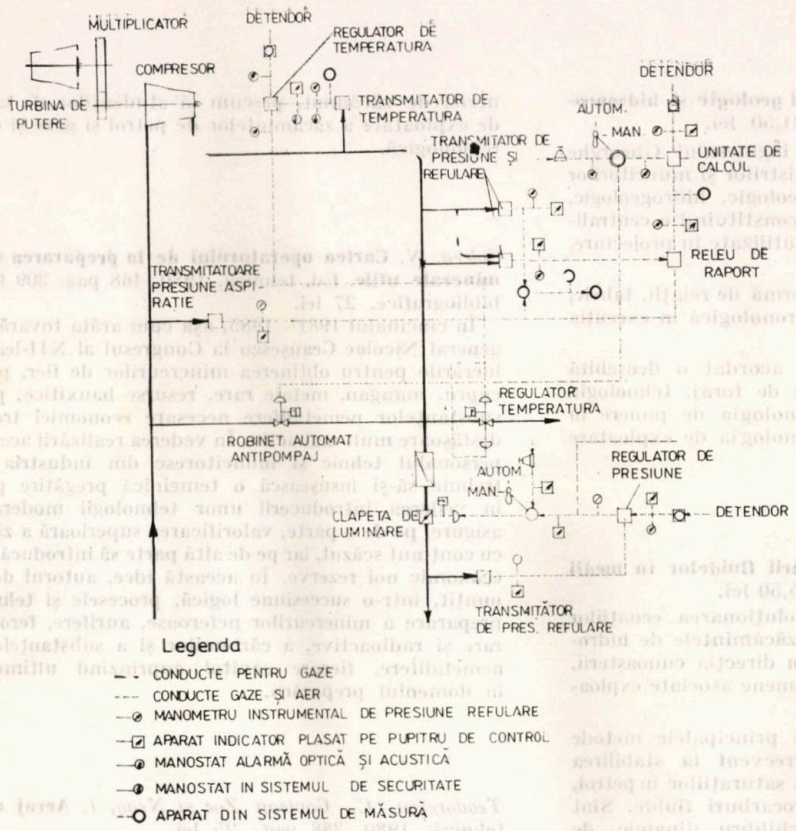


Fig. 11. Schema de reglaj a compresorului centrifugal

în transformarea temperaturii de refulare într-un semnal unificat de presiune care, prin intermediul unui transmițător, ajunge la un regulator ca valoare instantanee. Valoarea limită a temperaturii este impusă regulatorului printr-un detentor ajustabil. Presiunea de ieșire din regulator comandă robinetul automat de evacuare la coș. Atunci cînd temperatura atinge limita impusă regulatorului, robinetul (supapa) de descărcare se deschide și evacuează în atmosferă o cantitate de gaz atît de mare încît să nu permită creșterea, mai departe, a temperaturii gazelor refulate în conducta magistrală.

În concluzie, se consideră necesară atenția care trebuie acordată cunoașterii, însușirii, corectitudinii montajului, reglărilor inițiale, punerii în funcțiune și verificărilor periodice, atît ale elementelor componente, cît și ale ansamblului sistemului de protecție antipompaj.

Bibliografie

[1] Gabriel, Gh. *Măsurarea debitelor de fluide.* Ed. tehnică, București, 1978.

[2] Filippini, U. *Surge condition and antisurge control of a centrifugal compresor.* Revista Quaderni Pignone, nr. 5.

[3] Reid, D. *Impact of increased fuel prices on gas turbine operation and maintenence.* Revista Turbomachinery-International, ian-febr., 1980.

[4] * * * *Natural gas in Holland.* Broșură editată de N. V. Nederlandse Gasunie, 1976.

[5] * * * *Surge Control System.* Petrotech. Inc. Belle Chasse, Louisiana, ianuarie 1981.

[6] Fullemann, J. *Centrifugal Compressors.* New York, 1962.

[7] Gibbs, Ch. *Compressed air and Gas Data.* Woodcliff Lake, New Jersey, 1973.

[8] Bălan, M. și Geangălă, I. *Considerente asupra regimului optim de exploatare a turbocompresoarelor cuplate în serie pe sistemele de transport gaze.* Revista Petrol și Gaze, nr. 6, 1973.

[9] Bălan, M. și Crăciun, E. *Studiul comparativ al sistemelor de automatizare a stațiilor intermediare de turbocompresoare.* Simpozion „Utilaj petrolier — direcții de modernizare și perfecționare", I.P.G. Ploiești, 8—9.XI. 1974.

[10] Axford, M. *Combined cycle operation for pipeline compressor stations.* Turbomachinery — International, iulie—august, 1981.

RECENZII

Costache, Gh. **Îndrumător pentru forajul geologic și hidrogeologic.** Ed. tehnică, 1980, 372 pag., 21,50 lei.

Structurată în 15 capitole, lucrarea inginerului Gheorghe Costache se adresează tehnicienilor, maiștrilor și muncitorilor care lucrează în domeniile : forajul geologic, hidrogeologic, drenare, asecare și alimentare cu apă, constituind o centralizare a celor mai frecvente date tehnice utilizate în proiectare, coordonare și execuție.

Datele tehnice sînt prezentate sub formă de relații, tabele, diagrame și schițe, urmărind ordinea cronologică în execuția lucrărilor.

În tratarea problemelor, autorul a acordat o deosebită atenție noutăților privind : instalațiile de foraj, tehnologia de execuție a lucrărilor de foraj, tehnologia de punere în producție a sondelor pentru apă și tehnologia de exploatare a sondelor pentru apă.

Crețu, I. **Modelarea numerică a mișcării fluidelor în medii poroase.** Ed. tehnică, 1981, 308 pag., 15,50 lei.

Utilizarea metodelor numerice la soluționarea ecuațiilor fundamentale ale mișcării fluidelor în zăcămintele de hidrocarburi reprezintă un pas important în direcția cunoașterii, stăpînirii și prevederii complexelor fenomene asociate exploatării acestor zăcăminte.

În această lucrare autorul prezintă principalele metode numerice cu diferențe finite aplicate frecvent la stabilirea evoluției presiunii, debitelor sondelor și saturațiilor în petrol, gaze și apă într-un zăcămînt de hidrocarburi fluide. Sînt exprimate diferențial condițiile de echilibru dinamic, de bilanț material, de bilanț energetic, ecuația de stare, precum și condițiile inițiale și la limite. Se definește apoi modelul numeric care rezultă din aproximarea prin diferențe finite a derivatelor parțiale ale modelului matematic din rezolvarea ecuațiilor algebrice obținute și din verificarea rezultatelor calculelor cu date de sondă și de zăcămînt.

Sînt tratate modelările numerice ale mișcării fluidelor în zăcămintele de petrol cu presiunea superioară presiunii de saturație, în zăcămintele de gaze, în zăcămintele de hidrocarburi fluide aflate în condițiile transferului masic între fazele lichidă (petrol sau condensat) și vapori (gaze) și în zăcămintele de petrol supuse injecției de hidrocarburi gazoase în condiții de miscibilitate, injecției de bioxid de carbon, de petrol solubil, de polimeri, apă caldă și abur, precum și combustiei subterane.

Lucrarea, prima de acest gen la noi în țară, se adresează cercetătorilor, inginerilor de șantier, doctoranzilor și cursanților de la învățămîntul postuniversitar din domeniul ingineriei de zăcămînt, precum și studenților de la facultățile de exploatare a zăcămintelor de petrol și gaze și de inginerie tehnologică.

Golcea, N. **Cartea operatorului de la prepararea substanțelor minerale utile.** Ed. tehnică, 1980, 468 pag. 309 fig. , 60 ref. bibliografice, 27 lei.

În cincinalul 1981—1985, așa cum arăta tovarășul secretar general Nicolae Ceaușescu la Congresul al XII-lea al P.C.R., lucrările pentru obținerea minereurilor de fier, plumb, zinc, cupru, mangan, metale rare, resurse bauxitice, precum și a substanțelor nemetalifere necesare economiei trebuie să se desfășoare mult mai activ. În vederea realizării acestor sarcini, personalul tehnic și muncitoresc din industria extractivă trebuie să-și însușească o temeinică pregătire profesională în vederea introducerii unor tehnologii moderne care să asigure, pe de o parte, valorificarea superioară a zăcămintelor cu conținut scăzut, iar pe de altă parte să introducă în circuitul economic noi rezerve. În această idee, autorul descrie amănunțit, într-o succesiune logică, procesele și tehnologiile de preparare a minereurilor neferoase, aurifere, feroase, metale rare și radioactive, a cărbunilor și a substanțelor minerale nemetalifere, fiecare capitol cuprinzînd ultimele noutăți în domeniul preparării.

Teodorescu, C., Gontean Zoe și Neag, I. **Aeraj minier.** Ed. tehnică, 1980, 388 pag., 25 lei.

Concomitent cu studiile privind dezvoltarea și modernizarea metodelor de exploatare a substanțelor minerale utile, au apărut și apar în continuare valoroase studii care tratează problemele securității muncii și a creării celor mai normale condiții de lucru.

Pe această linie, în lucrare autorii tratează, sub aspect teoretic și aplicativ, problemele legate de aerajul minier subteran, tratînd în cele 16 capitole : proprietățile aerului de mină, legate de climatul minier ; legile mișcării aerului în rețelele subterane și rezistențele lucrărilor miniere ; pierderile de presiune ce au loc în instalațiile din subteran ; rețele, sisteme și scheme de aeraj ; construcții de aeraj ; pierderi de aer și aeraj mecanic ; proiectarea și controlul aerajului ; utilizarea calculatoarelor în proiectarea și conducerea aerajului ; aerajul în cazul avariilor subterane.

Problematica dezbătută în lucrare îi interesează pe inginerii, subinginerii și tehnicienii din producție, cercetare și proiectare, precum și pe studenții și pe cursanții postuniversitari și doctoranzi.

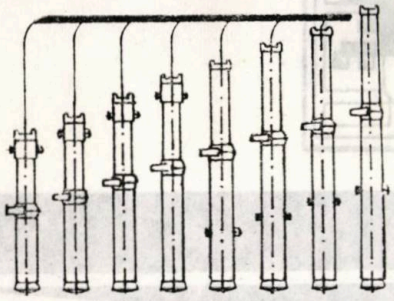
E.V.

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI SI GEOLOGIEI

COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI

INTREPRINDEREA DE REPARAȚII ȘI ÎNTREȚINERE A UTILAJULUI MINIER PETROȘANI

PRODUCE SI REPARA STILPI HIDRAULICI TIP SVJ



CARACTERISTICI TEHNICE

	TIP SVJ 100	TIP SVJ 160	TIP SVJ 180	TIP SVJ 200	TIP SVJ 224	TIP SVJ 250	TIP SVJ 280	TIP SVJ 315
INALTIMEA MINIMA, mm	665	1010	1110	1240	1540	1800	2050	2400
INALTIMEA MAXIMA, mm	1000	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150
CURSA, mm	335	590	690	760	700	700	750	750
MASA, kg	41	57	62	70	76	86	97	110
DIAMETRUL REAZEMULUI INFERIOR, mm	145	180	250	300	SE LIVREAZĂ PE BAZĂ DE COMANDĂ SPECIALĂ			
LUNGIMEA PRELUNGITOARELOR, mm	100	200	400	5000				
PENTRU GROSIMI DE STRATE, mm	80-100	125-160	140-180	160-200	170-224	210-250	245-280	265-315

INTREPRINDEREA DE REPARATII SI INTRETINERE A UTILAJULUI MINIER PETROSANI Str. REPUBLICII 7 Jud. HUNEDOARA Telefon 43962

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIRECŢIA GENERALĂ AUTONOMĂ
A PETROLULUI ŞI GAZELOR

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC CÎMPINA

IRUE

EXECUTĂ:

REPARATII SI CONFECTII
DE SCULE SI DISPOZITIVE
PENTRU FORAJ-EXTRACTIE

Scule de manevră

Scule de instrumentaţie

Dopuri şi pachere

Dispozitive pentru tubaj şi cimentare

CÎMPINA , Str. BOBÎLNA 44, Jud. PRAHOVA telex 19625
telefon 973 / 31830, 31930, 32577

RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE FOR OIL AND GAS - CÎMPINA

carries out:

- GAS-CHROMATOGRAPHIC, POTENTIOMETRIC, SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS TO ETABLISH THE COMPLETE COMPOSITION OF FLUIDS PRODUCED IN THE HYDROCARBON FIELDS;
- PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS TO CHARACTERIZE THE SOLID ABSORBENTS (ACTIVE CARBON, MOLECULAR SIEVES, SILICA GEL) USED IN GAS CONDITIONING TECHNOLOGIES.

elaborates technologies for:

- Gas treatment (C_2+hydrocarbons production, dehydrating, desulphuration) etc;
- Oil cleaning (removal of water and mechanical impurities);
- Rheologic caracteristics improvement of viscous and high refrigeration oils for pipe-line transportation;
- Residual waters conditioning for technologic injection in oil and gas fields;
- Well treatment to control sand rush and water channelling;
- Production increase by alkaline and surfactant solutions injections;
- Reduction of hydrocarbon losses, light crude stabilization, production of oil from residues and residual water etc;
- Additives for the elaboration of drilling fluids and cement slurries utilised for drilling and cementing of oil and gas wells;
- Drilling fluids and cement slurries for offshore drilling;
- Drilling fluids with high thermical atability for drilling of deep and ultra deep wells;
- Drilling fluids for penetration of the productive horizon;
- Physicochemical analysis of the additives used to prepare the drilling fluids and cement slurries;
- Physicochemical analysis of the fluid loss of drilling fluids;
- Elaboration of the equipment for testing the rheologic and fluid loss properties of the drilling fluids, at high temperatures and pressures.

ADRESS :

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI PENTRU PETROL ȘI GAZE - CÎMPINA, str. Culturii 29, tel. 31730, cod 2150

1981 JUL 2 8

AFIŞE, BROŞURI ŞI PLIANTE
de protecţia muncii

pune la dispoziţia celor interesaţi

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ
CU SEDIUL ÎN PETROŞANI, STR. DR. PETRU GROZA 32-34,
JUD. HUNEDOARA, COD 2675, TEL. 41621-41622,

E 1445

MINE PETROL GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI
ȘI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 32, iulie 1981

7

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

REALIZEAZĂ PENTRU BENEFICIARII DIN RAMURA EXTRACTIVĂ O GAMĂ VARIATĂ DE LUCRĂRI. PRIN :

activitatea de informatică

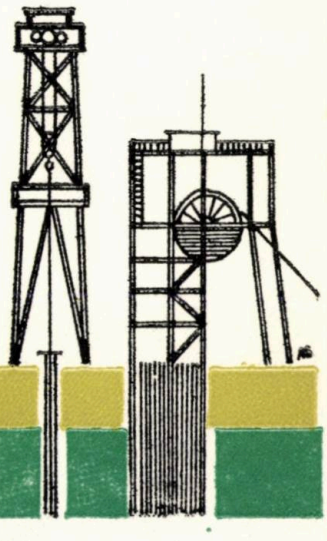
- Cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice
- Elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti
- Proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie
- Exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor
- Asistenţă tehnică

activitatea de industrie

- Prin Secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată

lucrări auxiliare

- Machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare
- Lucrări de editare, tipărire şi legătorie



Str. Biserica Amzei 23
BUCUREŞTI - Sector 1
Telefon: 11.50.50

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Nr. 7 1981

CUPRINS

Iliaş, N., Surulescu, D., Bogdan, Al., Batizan-Bogdan Mihaela şi Cărăguţ, S. **Metodologie de determinare a stării de maximă solicitare la susţinerile mecanizate cu element îngrăditor aplicat direct la talpă** 313

Bătăcui, C. şi Căprioru, D. **Cercetări privind perfecţionarea şi modernizarea susţinerilor mecanizate din abatajele cu front lung din minele Combinatului minier Oltenia** 316

Pandelescu, C. **Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine (I)** 321

Constantinescu, I. **Utilizarea calculului variaţional la determinarea parametrilor jgheaburilor transportoarelor cu raclete** 329

Rebeleanu, V., Farkaş, Gy., Szücs, L., Bally, I. R., Klein, R. şi Colţan, N. **Experimentarea consolidării nisipurilor acvifere în vederea traversării lor cu lucrări miniere** 335

Biriescu, Al. **Transmiterea orientării cu control în subteran utilizînd două fire lestate pe un puţ vertical** 340

Pârcălăbescu, I. D. **Indepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie (II)** 343

Milcoveanu, D. **Mecanism geotermic de migrare a petrolului în zăcămînt secundar** 347

Recenzii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.281 : 65.011.54

Iliaş, N., Surulescu, D., Bogdan, Al., Batizan-Bogdan Mihaela şi Cărăguţ, S. *Metodologie de determinare a stării de maximă solicitare la susţinerile mecanizate cu element îngrăditor articulat direct la talpă*

Autorii îşi propun să determine forţa ce poate fi preluată de susţinerile mecanizate la diferite deschideri, ridicarea caracteristicilor susţinerii, precum şi stabilirea reacţiei ce apare în stîlp, respectiv determinarea portanţei necesare a stîlpului. În final se stabileşte starea de maximă solicitare a secţiei de susţinere ca bază pentru calculele ulterioare ale elementelor metalo-construcţiei acesteia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.281 : 65.011.54 : 614.8

Bătăcui, C. şi Căprioru, D. *Cercetări privind perfecţionarea şi modernizarea susţinerilor mecanizate din abatajele cu front lung din minele Combinatului minier Oltenia*

Sînt prezentate modificările aduse secţiei de susţinere CMA-2 în scopul susţinerii unei suprafeţe suplimentare a acoperişului spre front în condiţiile lucrului cu desprinderi de blocuri de cărbune şi mai ales cu surpări din tavan, asigurîndu-se în acelaşi timp reducerea consumului de muncă, de material lemnos şi indici sporiţi de securitate a muncii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine* (I)

În această primă parte a studiului preparării minereurilor foarte fine, autorul descrie cîteva aspecte fizico-chimice privind flotaţia particulelor fine, precum şi unele tehnici de flotaţie adaptate materialelor respective.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.647.53 : 519

Constantinescu, I. *Utilizarea calculului variaţional la determinarea parametrilor jgheaburilor trasportoarelor cu raclete*

Pe baza calculului variaţional autorul determină forma optimă a secţiunii jgheabului transportorului cu raclete, precum şi greutatea lui minimă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 624.05 :622.362.3 :622.01

Rebeleanu, V., Farkaş, Gy., Szücs, L., Bally, I.R., Klein, R. şi Colţan, N. *Experimentarea consolidării nisipurilor acvifere în vederea traversării lor cu lucrări miniere*

Autorii prezintă procedeul consolidării unor nisipuri acvifere cu grosimea de circa 6 m cu răşină TERCON AF-802 şi silicat de sodiu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.251 : 621.398

Biriescu, Al. *Transmiterea orientării cu control în subteran utilizînd două fire lestate pe un puţ vertical*

Se prezintă un procedeu de transmitere a orientării în subteran prin metode mecanice în care să fie eliminată posibilitatea scoaterii în poziţia verticală a celor două fire ce se lestează pe puţ cu plasarea lor în afara compartimentelor de extracţie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.243.143

Pârcălăbescu, I.D. şi Manea, F. *Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie (II)*

Autorul prezintă dependenţa conţinutului de particule colidale din apele de injecţie funcţie de temperaturile cuprinse între 0 şi 30°C. Această dependenţă este explicată prin alcătuirea structurală a particulelor coloidale, a apelor de injecţie şi a legităţilor schimbului ionic.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 553.981 : 553.78

Milcoveanu, D. *Mecanism geotermic de migrare a petrolului în zăcămînt secundar*

Se evidenţiază rolul intruziunilor eruptive care determină termicitatea crescută în influenţa şi producerea unor procese de migrare a petrolului, stabilind mijloace matematice pentru caracterizarea modului de desfăşurare a acestor procese.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

Informaţii
Recenzii

CONTENTS

C.Z. 622.281 : 65.011.54

Iliaş, N., Surulescu, D., Bogdan, Al., Batizan-Bogdan Mihaela and Cărăguţ, S. *Methodology for establishing the maximum state of stress at the mechanised support with rear limiting element directly jointed on the base.*

The authors deal with the determination of the force which can be taken over by the mechanised supports at different opening, the plotting of support characteristics, as well as the establishing of reactive force in the post i.e. the bearring sorce of the post. Finally the state of maximum stress of the fupport section as a base for later calculations of the mettalic structural elements are established.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.281 :65.011.54 :614.8

Bătăcui, C. and Căprioru, D. *Research works regarding the improvement and modernization of long wall mining aggregates from the Oltenia collieries*

The changes performed to improve the support section type CMA-2 in order to increase the roof surface towards the face front for bad conditions of mining are presented. These lead to cut down the consumption of manpower and wooden materials, as well as to increase the safety conditions.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Present trends in the field of very fine ore dressing (1st part)*

The author describes some physical and chemical aspects of the problem of fine particle flotation and some flotation techniques for these materials.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.647.53 :519

Constantinescu, I. *Application of variational calculation in determining the characteristics of the troughs of flight conveyor*

With the help of the variational calculation the optimum shape for the trough cross-section and its minimum weight are determined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 624.05 :622.362.3 :622.01

Rebeleanu, V., Farkas, Gy., Szücs, L., Bally, I. R., Klein, R. and Colţan, N. *Consolidation test of aquiferous sands for driving operations*

The authors present a technique for consolidation of aquiferous sands with 6 m thickness with resin type TERCON AF-802 and natrium silicate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.251 :621.398

Biriescu, Al. *Transmission of controlled orientation in underground by using two ballasted wires along a vertical shaft*

A method for orientation transmission in underground by mechanical means is presented without the possibility to disturb the vertically of two ballasted wires placed outside the hoising compartments.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.243.143

Pârcălăbescu, I. D. and Manea, F. *Removing coloidal particles from injection water (part 2)*

The author presents the content of coloidal particles from the injection water as function of temperature between 0 and 30°C. This function is determined by the structure of coloidal particles and injection water as well as the ionic change laws.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 553.981 :553.78

Milcoveanu, D. *Geothermic mechanism of oil migration into a secondary deposit*

The rôle of eruptive intrusions which increases the thermic level causing oil migration processes is put in evidence. Mathematical means to characterize the development of these processes are established.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

Information

Book reviews

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.281 :65.011.54

Илиаш, Н., Сурулеску, Д., Богдан, Ал., Батизан-Богдан Михаела и Кэрэгуц, С. *Методика определения максимальной нагрузки механизированных крепей с оградительным элементом, прикрепленным к основанию*

Авторы задали себе целью определить силу, воспринимаемую механизированными крепями различных размеров, повышение характеристик крепи, а также установление величины, реакции возникающей в стойке, соответственно определить необходимую несущую способность стойки. В конце определяется максимальная нагрузка секции крепи, являющаяся основой для последующих расчетов ее металлоконструкций.

Ключевые слова: методика, нагрузка, механизированная крепь, оградительный элемент, основание.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.281 :65.011.54 :614.8

Бэтэкуй, К. и Кэприору, Д. *Исследования в целях усовершенствования и модернизации механизированных крепей в длинных очистных забоях угольных шахт Горного комбината Олтения*

Представлены изменения конструкции секции механизированной крепи типа ЧМА-2, проведенные в целях поддержания дополнительной площади кровли к груди забоя, в условиях работы с «выстреливанием» кусков угля и особенно с завалами пород кровли, в то же время обеспечивая снижение затрат рабочей силы и расхода крепежного леса и повышенные показатели безопасности.

Ключевые слова: модернизация, механизированная крепь ЧМА-2, „выстреливание" угля, завал кровли.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.765

Панделеску, К. *Современные тенденции в области обогащения очень тонких руд (I)*

В этой первой части работы по обогащению очень тонких руд, автор описывает некоторые физико-химические аспекты флотации тонких частиц, а также технику флотации применительно к соответствующим материалам.

Ключевые слова: обогащение, флотация, очень тонкие руды.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.647.53 :519

Константинеску, И. *Применение вариационного расчета для определения размеров желоба скребковых конвейеров*

На основе вариационного расчета автор устанавливает оптимальную форму сечения желоба скребкового конвейера, а также его минимальный вес.

Ключевые слова: расчет вариационный, желоб, скребковый конвейер, форма.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 624.05 :622.362.3 :622.01

Ребеляну, В., Фаркаш, Дж., Сючь, Л., Балли, И. Р., Клеин, Р. и Колцан, Н. *Экспериментальные работы упрочнения водоносных песков в целях их пересечения горными выработками*

Авторы представляют способ упрочнения водоносных песков мощностью 6 м, с помощью смолы Теркон-АФ-802 и силиката натрия.

Ключевые слова: водоносные пески, упрочнение, смола, Теркон, силикат натрия.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.251 :621.398

Бириеску, Ал. *Передача направления с подземным контролем, с применением двух прокладываемых нитей через вертикальный ствол*

Представлен способ передачи подземного направления механическими методами, устраняющими возможность вынесения в вертикальном положении тех двух нитей прокладываемых через ствол, с их расположеннем вне отделений подъема.

Ключевые слова: направление подземное, нить, ствол

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.243.143

Пыркэлэбеску, И. Д. и Манеа, Ф. *Удаление колоидальных суспензий из вод нагнетания (II)*

Автор представляет зависимость между содержанием колоидальных частиц в воде нагнетания и температурой (от 0 до 30°C). Данная зависимость объясняется структурным образованием колоидальных частиц вод нагнетения и закономерностями ионного обмена.

Ключевые слова: удаление, колоидальные суспензии, воды нагнетания, ионный обмен.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 553.981 :553.78

Милковяну, Д. *Геотермический механизм миграции нефти в второстепенное месторождение*

Указывается роль эруптивных интрузий, определяющих увеличение тепла влияющего на возникновение процессов миграции нефти, установив математические средства, характеризующие каким образом протекают эти процессы.

Ключевые слова; Геотермический механизм, миграция, нефть.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

Информация

Рецензии

SOMMAIRE

C.Z. 622.281 :65.011.54

Iliaş, N., Surulescu, D., Bogdan, Al., Batizan-Bogdan Mihaela et Cărăguţ, S. *Méthodologie pour la détermination de l'état des efforts maxime dans le cas des soutènements mécanisés avec élement limitatif articulé directement à la base*

Les auteurs essayent de déterminer la force de prélèvement par les soutènements mécanisés à divers ouvertures, lever des caractéristiques du soutènement, ainsi que la détermination de la réaction dans l'étançon, respectivement la portance necessaire. En fin on établie l'état maxime de solicitation de la section de soutènement comme base pour des calculs ultérieurs des éléments metalliques de celui-ci.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.281 :65.011.54 :614.8

Bătăcui, C. et Căprioru, D. *Recherches sur le perfectionement et la modernisation des soutènements mécanisés des tailles longues des houillères de Oltenia*

Sont présentées les modifications apportées à la section de soutènement CMA-2 ayant comme but le soutènement d'une surface suplémentaire du toit vers le front en conditions dificilles de travail (éboulement des bloques de charbon) avec la réduction de la main-d'oeuvre, de la consommation du bois et niveau élevé de protection.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Tendences actuelles dans le domain de préparation des minéraux très fins (I)*

Dans cette première partie de l'étude de la préparation des minéraux très fins, l'auteur décrie quelques aspects physico-chimiques sur la flottation des particules fins ainsi que des techniques de flottation adaptées pour ces matériaux.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.647.53 :519

Constantinescu, I. *Application du calcul variationel pour déterminer les paramètres des couloirs à charbon des transporteurs a raclettes*

Basé sur le calcul variationel l'auteur détermine la forme optimale de la section du couloir à charbon du transporteur a raclettes ainsi que son poids minimal.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 624.05 :622.362.3 :622.01

Rebeleanu, V., Farkas, Gy., Szücs, L., Bally I. R., Klein, R. et Colţan, N. *Experimentation de la consolidation des sables aquifères pour les traverser avec des travaux miniers*

Les auteurs présentent un procédé de consolidation des sables aquifères d'une puissance de 6 m avec résine TERCON AF-802 et silicate de natrium.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.251 :621.398

Biriescu, Al. *La transmission controllée de l'orientation en souterrain avec des fils lestés dans un puits vertical*

On présent un procédé de transmission de l'orientation en souterrain avec des moyens méchaniques sans la perturbation des fils lestés amplacés en dehors des compartiments d'extraction du puits.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.243.143

Pârcălăbescu, I. D. et Manea, F. *L'élimination des particules colloidales des eaux d'injection (II)*

L'auteur montre la dépendance du contenu de particles colloidales des eaux d'injection en fonction des temperatures comprises entre 0 et 30°C. Cette dépendance est expliquée par la structure des particles colloidales et des eaux d'injection, ainsi que par les lois de l'échange d'ions.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 553.981 :553.78

Milcoveanu, D. *Mécanisme géothermique de migration du pétrole dans un gisement secondaire*

On mis en évidence le rôle des intrusions éruptifs qui détermine l'accroissement du niveau thermique en provoquant la migration du pétrole. Ou établie les moyens mathématiques pour caractériser le mode de developement de ce processus.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

Informations
Comptes rendus

INHALT

C.Z. 622.281 :65.011.54

Iliaş, N., Surulescu, D., Bogdan, Al., Batizan-Bogdan Mihaela und Cărăguţ, S. *Methodologie für die Bestimmung der maximum Spannungslage der vollmechanisierten Strebausrüstungen mit einschränkenten direkt am Sohle artikulierte Element*

Die Verfassern nehmen sich der Kraft welche nach verschiedene Spannweite bei der vollmechanisierte Strebausrüstungen übergenommen ist, die Aufnahme der Ausbaucharakteristiken wie der Reaktion des Stempels (Tragfähigkeit) zu bestimmen vor. Am Ende die maximale Beanspruchungslage der Ausbausektion als Grund für spätere Rechnen der Elemente ist bestimmt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.281 :65.011.54 :614.8

Bătăcui, C. und Căprioru, D. *Forschungsarbeiten über die Verbesserung und die Erneuerung der mechanisierte Ausbanen aus die Streben von der Oltenia Kohlengruben*

Die Änderungen für die Ausbausektion CMA-2 zwecks die Steigerung der Ausbauoberflächen für schlechte Hangendebedingungen sind vorgelegt. Also die Verringerung der Arbeits-und Holzstoffeverbrauch wie die Verbesserung der Arbeitsschutz sind vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Aktuelle Tendenzen im Bereich der sehr feine Mineralien Aufbereitung (Teil I)*

Der Verfasser beschreibt einige physikalische und chemische Aspekten über die Flotation der feine Partikeln wie einige Flotationsverfahren adaptiert für diese Mineralien.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.647.53 :519

Constantinescu, I. *Die Anwendung der Variationalrechnung für die Bestimmung der Rinnecharakteristiken der Kratzförderern*

Aufgrund der Variationalrechung der Verfasser bestimmt die optimale Form der Rinnesektion und ihre minimale Gewicht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 624.05 :622.362.3 :622.01

Rebeleanu, V., Farkas, Gy., Szücs, L., Bally, I. R., Klein R. und Colţan, N. *Experimentelle Befestigung des wasserhaltiger Sands zweks Vortriebsarbeiten Erfüllung*

Die Verfassern stellen der Befestigungsverfahren einer wasserhaltiger Sand Zonne von 6 m Mächtigkeit mit TERCON AF-802 und Natrium-Silikat vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.251 :621.398

Biriescu, Al. *Die Übertragung der kontrollierte Orientierung in Untertag mit zwei gelastet Drähte durch einen Schacht*

Es wird eine Übertragungsverfahren der Orientierung in Untertag mit mechanische Mitten vorgestellt. Die Vertikalitätslage ist ungestört und die Stellung der zwei Drähte ist aussen der Schachtabteilungen gesetzt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 622.243.143

Pârcălăbescu, I. D. und Manea, F. *Die Beseitigung der koloidalle Partikeln aus Injektionswasser (Teil II)*

Der Verfasser stellt der Inhalt der Kolloidalle Partikeln aus Injektionswasser als Funktion der Temperatur zwischen 0 und 30°C vor. Diese Funktion mit der Struktur der Kolloidalle Partikeln, des Injectionswassers und der Ione1austausche-Gesetze ist erklärt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

C.Z. 553.981 :553.78

Milcoveanu, D. *Geothermische Migrationsmechanismus des Erdöls in sekundäre Lagerstätte*

Die Bedeutung der Eruptivintrusionen welche die Steigerung des thermische Niveaus und die Migration des Erdöls hervorbringen ist unterstreicht. Die mathematische Mitte für charakterisieren die Entwicklung dieser Prozesse sind gegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 7, 1981

Nachrichten

Rezensien

Metodologie de determinare a stării de maximă solicitare la susținerile mecanizate cu element îngrăditor articulat direct la talpă

Prof. dr. ing. **N. Iliaș**, Institutul de Mine Petroșani
ing. **D. Surulescu**, Combinatul minier Valea Jiului
ing. **Al. Bogdan**
stud. **Mihaela Batizan-Bogdan**
ing. **S. Cărăguț**

I. Generalități

Principial, în construcția susținerilor mecanizate cu element îngrăditor (scut) există două variante: cu scut articulat direct la talpă și cu scut legat la talpă prin intermediul unui patrulater articulat (lemniscată).

Deși din punct de vedere funcțional tipul de susținere mecanizată cu patrulater articulat satisface, într-o mai bună măsură, cerințele impuse, totuși se constată o utilizare destul de largă a susținerilor mecanizate cu scut articulat direct la talpă, în special datorită simplității lor constructive și robusteții ridicate.

În aceste condiții ne propunem să determinăm forța ce poate fi preluată de susținerea la diferite deschideri, ridicarea caracteristicii susținerii, precum și stabilirea, în condiții concrete, a reacției ce apare în stîlp, și, respectiv, determinarea portanței necesare a stîlpului.

Acestea au drept scop determinarea valorii maxime a forței de reazem, funcție de portanța nominală a stîlpilor secției de susținere, determinată pentru condițiile concrete din subteran.

În final se stabilește starea de maximă solicitare a secției de susținere ca bază pentru calculele ulterioare ale elementelor metalo-construcției secției de susținere.

Astfel, punem la dispoziția specialiștilor mineri, a proiectanților, în special, un algoritm de calcul care să permită evaluarea oricărei susțineri mecanizate cu element îngrăditor articulat direct la talpă, cu ajutorul tehnicii automate de calcul.

II. Determinarea forței de reazem la sarcina de pretensionare

Schema de solicitare a susținerii mecanizate cu scut articulat direct la talpă este prezentată în figura 1.

Forța de susținere la sarcina de pretensionare ($\gamma = 0°$) se determină cu ajutorul relației:

$$A_0 = \frac{n \cdot p_0 \cdot e}{f_0}, \text{ kN}$$

unde:

n este numărul de stîlpi pe secție;

p_0 — sarcina de pretensionare pentru un stîlp, kN;

e, f_0 brațele forțelor p_0 și respectiv A_0, m.

Determinarea distanței f_0

$$f_0 = \sqrt{R^2 - (h-b)^2}, \text{ m}$$

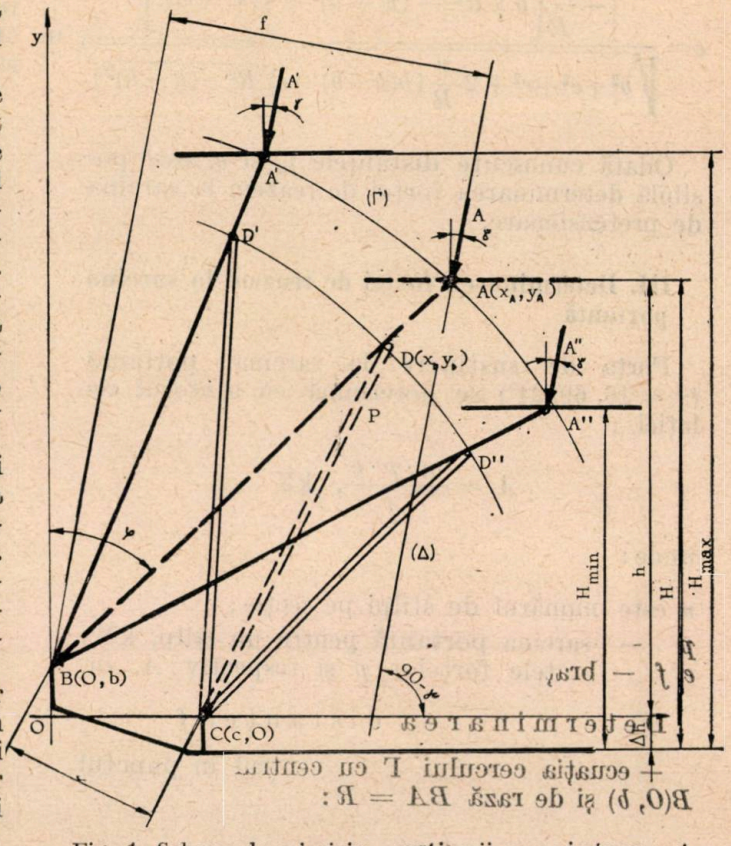


Fig. 1. Schema de principiu a susținerii mecanizate cu scut articulat direct la talpă:

H_{min} — înălțimea minimă; H_{max} — înălțimea maximă; H — înălțimea de lucru

Determinarea distanței e

— coordonatele punctului D (x_D, y_D):

$$\sin\varphi = \frac{h-b}{R}$$

$$x_D = \frac{r}{R}\sqrt{R^2 - (h-b)^2}$$

$$y_D = b + \frac{r}{R}(h-b)$$

— ecuaţia dreptei CD:

$$(CD): x\left[b+\frac{r}{R}(h-b)\right]+$$

$$+y\left[c-\frac{r}{R}R^2-(h-b)^2\right]-c\left[b+\frac{r}{R}(h-b)\right]=0$$

— distanţa de la punctul $B(O, b)$ la dreapta CD:

$$e=\frac{\left|-\frac{r}{R}\left[b\sqrt{R^2-(h-b)^2}+c(h-b)\right]\right|}{\sqrt{b^2+c^2+r^2+2\frac{r}{R}[b(h-b)-c\sqrt{R^2-(h-b)^2}]}}, \text{ m}$$

Odată cunoscute distanţele f_0 şi e, este posibilă determinarea forţei de reazem la sarcina de pretensionare.

III. Determinarea forţei de reazem la sarcina portantă

Forţa de susţinere la sarcina portantă ($\gamma = 16, 69924°$) se determină cu ajutorul relaţiei :

$$A=\frac{n\cdot p\cdot e}{f}, \text{ kN}$$

unde:

n este numărul de stilpi pe secţie;
p — sarcina portantă pentru un stilp, kN;
e, f — braţele forţelor p şi respectiv A, m.

Determinarea distanţei f

— ecuaţia cercului Γ cu centrul în punctul $B(O, b)$ şi de rază $BA = R$:

$$(\Gamma): x^2+(y-b)^2=R^2$$

— ecuaţia unei drepte orizontale ce trece prin punctul $A(x_A, y_A)$:

$$y=y_A=h$$

— coordonatele punctului $A(x_A, y_A)$:

$$x_A=\sqrt{R^2-(h-b)^2}$$

$$y_A=h$$

— ecuaţia dreptei Δ ce trece prin punctul $A(x_A, y_A)$ şi are panta $m = \text{tg}(90° - \gamma)$:

$$\Delta: mx-y+h-m\sqrt{R^2-(h-b)^2}=0$$

— distanţa de la punctul $B(O, b)$ la dreapta Δ:

$$f=\frac{|h-b-m\sqrt{R^2-(h-b)^2}|}{\sqrt{1+m^2}}, \text{ m}$$

Determinarea distanţei e

Distanaţa e a fost determinată anterior.

Odată cunoscute distanţele e şi f este posibilă determinarea forţei de reazem la sarcină portantă. Schema logică de calcul a forţei de reazem la susţinerile mecanizate cu scut articulat direct la talpă, pentru cele două cazuri, este prezentată în figura 2.

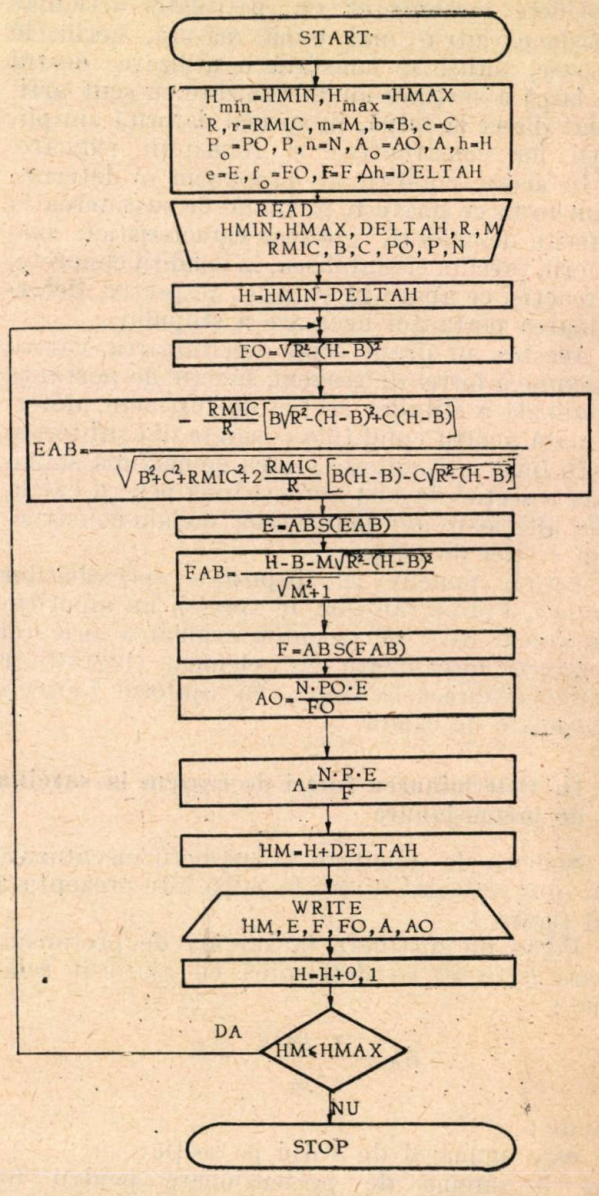


Fig. 2. Schema logică de calcul a forţei de reazem la susţinerile mecanizate cu scut articulat direct la talpă.

IV. Determinarea portanței necesare la stîlpii secției de susținere mecanizată

Calculul forței de reazem impune cunoașterea portanței nominale a stîlpilor.

Schema de solicitare a susținerilor mecanizate, cu scut articulat direct la talpă, pentru calculul portanței nominale a stîlpilor, este prezentată în figura 3.

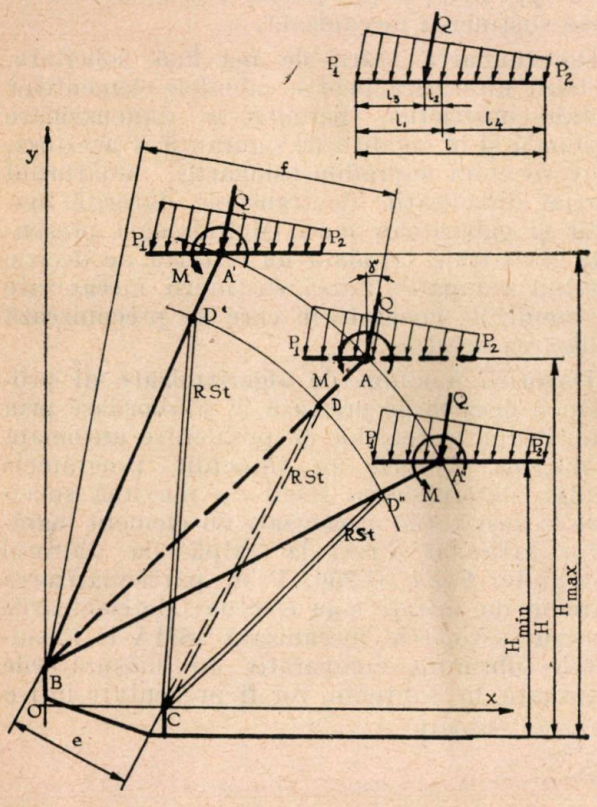


Fig. 3. Schema de solicitare a susținerii mecanizate cu scut articulat direct la talpă

Sarcina distribuită de-a lungul grinzii poate fi redusă la un cuplu M, și la o sarcină concentrată Q, aplicată în punctul A :

$$Q = \frac{l(p_1 + p_2)}{2 \cdot \cos\gamma}, \text{ kN}$$

$$M = Q \frac{l_2}{\cos\gamma}, \text{ kN} \cdot \text{m}$$

unde :

l este lungimea grinzii, m ;

p_1 — presiunea maximă la capătul grinzii, kN/m ;

p_2 — presiunea minimă la vîrful grinzii, kN/m ;

γ — unghiul de frecare rocă-oțel.

$$l_2 = l_1 - l_3, \quad \text{m}$$

$$l_3 = \frac{l}{3} \cos\gamma \frac{2p_1 + p_2}{p_1 + p_2}, \text{ m}$$

Reacția ce apare în stîlp, datorită acțiunii sarcinii concentrate Q și cuplului M, este dată de relația :

$$RSt = \frac{Q \cdot f - M}{n \cdot e}, \text{ kN}$$

sau :

$$RSt = \frac{l(p_1 + p_2)}{2 \cdot n \cdot e \cdot \cos\gamma}\left(f - \frac{l_1}{\cos\gamma} + \frac{l}{3} \cdot \frac{2p_1 + p_2}{p_1 + p_2}\right), \text{ kN}$$

unde :

$$f = \frac{|h - b - m\sqrt{R^2 - (h - b)^2}|}{\sqrt{m^2 + 1}}, \text{ m}$$

$$e = \frac{\left| -\frac{r}{R}\left[b\sqrt{R^2 - (h-b)^2} + c(h-b) \right] \right|}{\sqrt{b^2 + c^2 + r^2 + 2\frac{r}{R}[b(h-b) - c\sqrt{R^2 - (h-b)^2}]}}, \text{ m}$$

Valoarea reacției ce apare în stîlp variază cu deschiderea secției, pentru aceleași valori ale presiunii pe grindă. Din aceste motive este necesară determinarea valorii maxime a reacției din stîlp RSt_{max}, pentru că portanța nominală a stîlpilor trebuie determinată pentru cazul de solicitare cel mai defavorabil :

$$RSt_{max} = max\ \{RSt\}, \text{ kN}$$

atunci portanța minimă necesară a stîlpului se determină cu ajutorul relației :

$$PSt_{min} = k_1 \cdot k_2 \cdot RSt_{max}, \text{ kN}$$

unde :

k_1 este un coeficient ce ține seama de suplimentarea reacției din stîlp datorită presiunii ce acționează asupra elementului îngrăditor, precum și de faptul că stîlpii secției de susținere sînt solicitați neuniform ; are valori cuprinse între 1,1 și 1,3 ; acest coeficient caracterizează regimurile normale de funcționare ale susținerii abatajului ;

k_2 este un coeficient de siguranță ce ține seama de solicitările dinamice asupra secției de susținere, precum și de creșterile de presiune datorate staționării accentuate a secției ; are valori cuprinse între 1,5 și 1,8 ; acest coeficient caracterizează regimurile anormale de funcționare a susținerii abatajului.

Portanța nominală a stîlpilor P_N se alege funcție de portanța minimă necesară PSt_{min} și caracteristicile stîlpilor hidraulici fabricați în țară astfel încît :

$$P_N \geqslant PSt_{min}$$

Schema logică de calcul a portanței nominale a stîlpilor la susținerile mecanizate cu scut articulat direct la talpă este prezentată în figura 4.

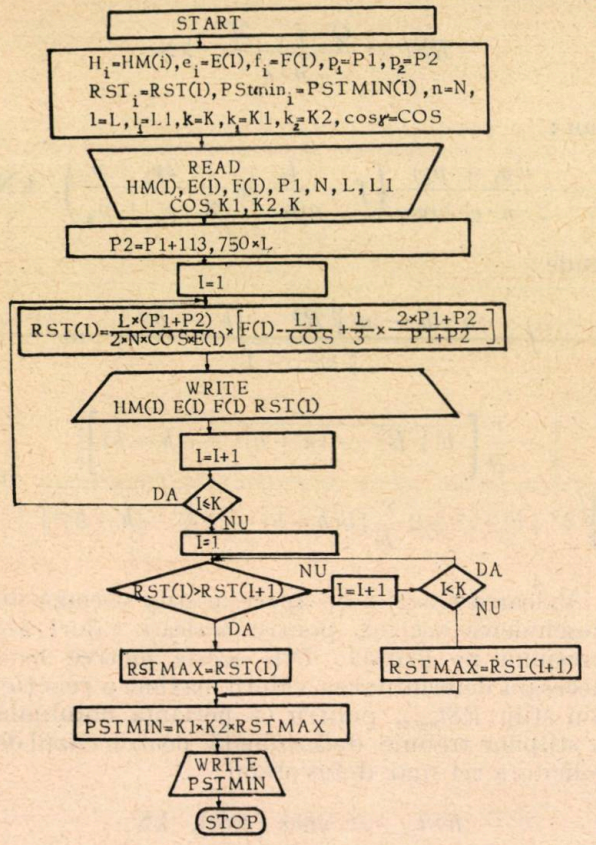


Fig. 4. Schema logică de calcul a portanței necesare la stîlpii susținerilor mecanizate cu scut articulat direct la talpă

Cunoscîndu-se portanța nominală a stîlpilor P_N și valoarea forței de reazem A, la diferite înălțimi de lucru ale secției, se determină starea de maximă solicitare P_N; A_{max}; H; E; F; RSt_{max}; PSt_{min}, respectiv cazul de solicitare cel mai defavorabil, funcție de condițiile concrete p_1; p_2; γ; k_1; k_2 în care urmează să lucreze susținerea mecanizată.

Determinarea stării de maximă solicitare, ca bază ulterioară pentru calculele elementelor metalo-constricției, permite o dimensionare rațională și în condiții de siguranță a acestora, încît se evită supradimensionările, înlăturînd parțial dificultățile de transport datorită maselor și gabaritelor mari. Metodologia prezentată constituie totodată un criteriu de decizie privind compatibilitatea susținerii mecanizate cu condițiile concrete în care se preconizează utilizarea acesteia.

Datorită modului de algoritmizare al problemei, aceasta se pretează la o abordare prin intermediul sistemelor de prelucrare automată a datelor. Autorii au întocmit programele pentru determinarea stării de maximă solicitare la susținerile mecanizate cu element îngrăditor articulat direct la talpă cu ajutorul sistemului Felix C-256. Prin particularizarea datelor de intrare s-au efectuat determinările pentru susținerea mecanizată SMA-1. Rezultatele obținute, comparativ cu măsurătorile efectuate în subteran, vor fi prezentate într-o lucrare viitoare.

Cercetări privind perfecționarea și modernizarea susținerilor mecanizate din abatajele cu front lung din minele Combinatului minier Oltenia

Dr. ing. **C. Bătăcui**, I.C.I.T.P.M.L. Craiova
și subing. **D. Căprioru**

Pentru îmbunătățirea indicatorilor tehnico-economici la minele care extrag cărbune, o atenție deosebită se acordă perfecționării continue a metodelor și tehnologiilor de exploatare, căutîndu-se soluții care să permită mecanizarea completă a tuturor operațiilor din fluxul tehnologic, din subteran și de la suprafață.

Problema este de o actualitate deosebită, mai ales pentru minele care extrag cărbune de calitate inferioară și în condiții geologico-miniere grele, așa cum este cazul zăcămintelor de lignit din țara noastră.

În acest context, un loc prioritar îl ocupă cercetările care se desfășoară în scopul asigurării unei mecanizări complete a extracției lignitului prin metoda abatajelor cu front lung, fapt ce a condus la realizarea unor tipuri de complexe mecanizate pentru astfel de locuri de muncă.

Sînt de subliniat eforturile care se depun în ultimul timp și la noi în țară pentru a produce astfel de utilaje, construirea susținerilor mecanizate tip CMA-1, CMA-2 și CMA-3, cu care sînt dotate o parte din abatajele cu front lung de la minele care extrag lignit, și, în special, la cele din cadrul Combinatului minier Oltenia, utilaje care se comportă bine în procesul de producție, constituind argumentul cel mai convingător în această direcție.

Comportarea în exploatare a acestor susțineri mecanizate evidențiază faptul că mai sînt încă probleme ce se impun a fi rezolvate. Din cercetările pe care le-am efectuat, precum și din informațiile pe care le deținem din diferitele

studii elaborate de alte colective din țară și de peste hotare, rezultă că la un grad de susceptibilitate medie la surpare de circa 25% a suprafeței din tavanul abatajului cuprinsă între capătul grinzii-cozoroc și frontul de cărbune, se surpă, în medie, peste 20% din suprafața acoperișului din zona respectivă, cu mențiunea că în unele cazuri ponderea suprafețelor surpate depășește acest procent, iar consumul de muncă necesar pentru evacuarea acestuia se ridică pînă la circa două posturi pe 100 m² suprafață de vatră de abataj.

Preocupați a ne aduce contribuția la perfecționarea susținerilor mecanizate, am continuat cercetările pentru a stabili îmbunătățirile și modificările constructive și funcționale necesare și posibile a fi aduse la utilajele folosite în prezent la minele din Combinatul minier Oltenia, precum și principalele caracteristici constructive și funcționale care ar trebui luate în considerare la realizarea unor noi utilaje pentru mecanizarea operației de susținere în abatajele cu front lung.

În acest cadru, pentru secțiile de susținere tip CMA-2 (fig. 1), un colectiv de cercetare de la I.C.I.T.P.M.L. Craiova a reușit :

1 — să găsească soluții pentru realizarea unui cozoroc prevăzut cu grindă glisantă extensibilă care, în baza calculelor efectuate, poate să înlocuiească, cu rezultate bune, actualele

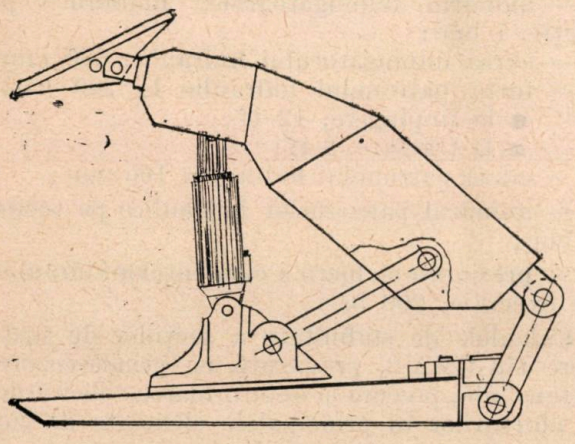


Fig. 1. Secția de susținere CMA-2

cozoroace cu care sînt dotate aceste secții de susținere ;

2 — să efectueze unele modificări la lateralele scutului, decupînd o parte din acestea, fără a influența funcționalitatea lor și să schimbe modul de poziționare a elementelor hidraulice pe stîlpul de susținere a acestor secții, menținîndu-le într-o poziție laterală față de acesta, în scopul de a crește cu circa 40 % spațiul de circulație a personalului în abataj sub protecția susținerii, în zona dintre stîlp și partea posterioară a scutului.

Prin cercetările efectuate cu referire la grinda-cozoroc, s-a avut în vedere soluționarea următoarelor probleme :

- îmbunătățirea sistemului constructiv pentru a evita răsturnarea acestuia în față, înspre vatra abatajului ;
- îmbunătățirea sistemului constructiv-funcțional în sensul de a avea posibilitatea susținerii cu ajutorul unei grinzi glisante a suprafeței suplimentare a acoperișului înspre frontul de cărbune, în situația în care trebuie lucrat în zone ale abatajului cu desprinderi de blocuri de cărbune din front și, mai ales, cu surpări din tavan ;
- capătul grinzii glisante dinspre frontul de cărbune să poată prelua o sarcină de 5 tf, iar acționarea acesteia să se efectueze hidraulic ;
- crearea posibilității de poziționare a grinzii-cozoroc în raport cu tavanul abatajului folosind elemente acționate hidraulic.

Grinda-cozoroc modificată (fig. 2), ca element individual al secțiilor de susținere, se compune din următoarele părți : caseta grinzii,

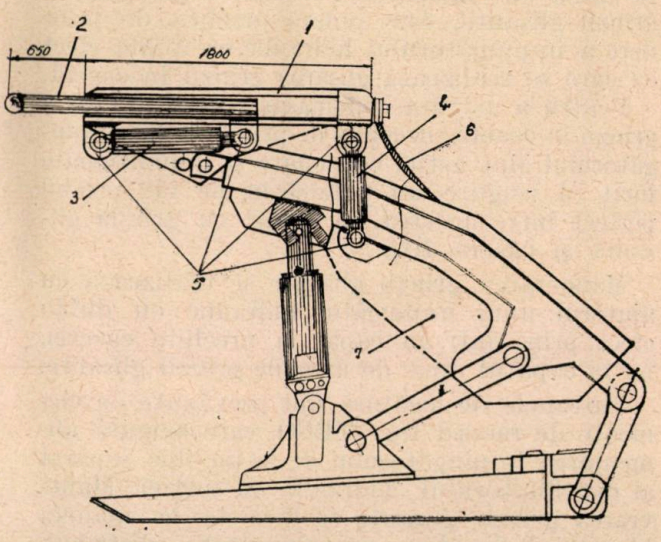


Fig. 2. Secția de susținere CMA-2 cu grinda-cozoroc modificată :
1 — caseta grinzii ; *2* — grindă glisantă ; *3* — împingător hidraulic ; *4* — patroane hidraulice ; *5* — urechi de prindere ; *6* — covor de cauciuc ; *7* — zona decupată

grinda glisantă, împingătorul hidraulic cu dublu efect de glisare, patroanele hidraulice de poziționare a grinzii-cozoroc și furtunele de înaltă presiune pentru alimentarea elementelor hidraulice.

Grinda-cozoroc este o construcție metalică închisă, formată din două părți distincte : caseta cozorocului și grinda glisantă, care sînt confecționate din oțel laminat ce se comportă foarte bine la sudură, avînd și o rezistență mecanică ridicată.

Caseta cozorocului este realizată din două profile U închise cu tablă ; la partea inferioară a casetei sînt sudate urechile de prindere a grinzii-cozoroc de scut.

Pentru mărirea rezistenței casetei, planșeul superior este întărit cu nervuri longitudinale și transversale.

Pentru glisarea grinzii, în interiorul casetei, la partea inferioară a acesteia, s-a prevăzut un canal corespunzător.

În capătul anterior al casetei s-a sudat urechea de prindere a împingătorului hidraulic, iar la capătul posterior — alte două urechi de prindere a patroanelor hidraulice de poziționare a grinzii-cozoroc. Pentru a evita posibilitatea de rostogolire prea mult în față a grinzii-cozoroc, lateralele casetei sînt prevăzute cu cîte un bolț avînd sarcina de a limita bascularea acesteia.

Grinda glisantă este tot o construcție metalică sudată, confecționată dintr-o ramă de rezistență din țeavă închisă cu cîte o tablă, întărite între ele cu nervuri longitudinale și transversale și are o lățime aproximativ egală cu a interiorului casetei.

Glisarea grinzii în casetă se face pe placa inferioară a acesteia, ghidîndu-se la margini pe rama de rezistență. Pe capătul posterior a grinzii glisante, este sudată urechea de prindere a împingătorului hidraulic cu dublu efect cu care se realizează glisarea grinzii în casetă.

Pentru a asigura o deplasare (glisare) lină a grinzii în casetă, urechile de prindere ale împingătorului sînt astfel concepute și dimensionate încît să asigure un paralelism pe cît posibil perfect între acestea, în raport cu grinda glisantă și caseta fixă.

Manevrarea grinzii glisante se realizează cu ajutorul unui împingător hidraulic cu dublu efect prins într-un capăt la urechile casetei, iar la capătul opus de urechile grinzii glisante.

Furtunele de legătură sînt prevăzute cu elemente de racord tip STECO, care asigură alimentarea împingătorului de la un bloc separat al distribuitorului hidraulic al secției. Manevrarea grinzii glisante se face de la maneta blocului hidraulic corespunzător distribuitorului. Urechile de prindere ale împingătorului sînt astfel concepute încît să permită, în cazul în care este necesar, schimbarea poziției acestuia cu 180°, pentru a avea posibilitatea asigurării forței necesară scoaterii sau retragerii grinzii glisante în casetă.

Pentru ca grinda glisantă, în situația extinsă, să poată prelua la capătul dinspre frontul de cărbune o sarcină de 5 tf, precum și pentru a face posibilă o poziționare corespunzătoare a grinzii-cozoroc, secțiile modificate sînt prevăzute cu cîte două patroane hidraulice prinse de scut și de capătul posterior al cozorocului.

În vederea plasării acestor patroane într-o poziție convenabilă și protejată de zona surpată, a fost necesară asigurarea unui lăcaș în cadrul scutului secției prin care să poată fi trecut. Alimentarea și comanda patroanelor se face printr-un bloc hidraulic separat al distribuitorului, la presiunea nominală de 200 bari.

Pentru a evita pătrunderea materialului dinspre zona surpată între grinda-cozoroc și scutul secției — fapt ce ar duce la distrugerea, prin lovire, a patroanelor hidraulice, împiedicînd în același timp o poziționare normată a cozorocului — de capătul posterior al grinzii-cozoroc s-a prins cîte o bucată de cauciuc, corespunzătoare deschiderii maxime dintre scut și cozoroc, avînd lățimea egală cu a secției de susținere.

Caracteristicile tehnice principale ale grinzii-cozoroc modificate, destinate echipării secțiilor de susținere tip CMA-2, sînt următoarele :

— lungimea grinzii-cozoroc :
  - cu grinda glisantă retrasă, 1 800 mm ;
  - cu grinda glisantă extinsă, 2 450 mm ;

— lățimea casetei grinzii, 1 150 mm ;

— lățimea grinzii glisante, 1 050 mm ;

— suprafața activă de susținere :
  - cu grinda glisantă retrasă, 2,08 m^2 ;
  - cu grinda glisantă extinsă, 2,88 m^2 ;

— sarcina maximă la capătul cozorocului cu grinda glisantă extinsă, 5 tf ;

— limita maximă de glisare a grinzii extensibile, 650 mm ;

— forța împingătorului hidraulic cu dublu efect :
  - la împingere, 12 tf ;
  - la tractare, 5 tf ;

— numărul împingătoarelor hidraulice pe secție, 1 buc ;

— cursa împingătorului hidraulic, 650 mm ;

— forța patronului hidraulic la 200 bari :
  - la împingere, 12 tf ;
  - la tractare, 8 tf ;

— cursa patronului hidraulic, 165 mm ;

— numărul patroanelor hidraulice pe secție, 2 buc ;

— presiunea de lucru a elementelor hidraulice de execuție, 200 bari.

Calculele de stabilitate a secțiilor de susținere tip CMA-2, prevăzută cu grindă-cozoroc extensibilă, precum și determinarea solicitărilor și eforturilor în principalele elemente de susținere și rezistență, au la bază portanța în stîlpii hidraulici de susținere presupusă constantă (160 tf), sarcină pe care trebuie s-o preia grinda-cozoroc de 35 tf/m^2 și o presiune pe scut cu valori variabile crescătoare care ating nivelul maxim de 30 tf/m^2, în partea dinspre zona surpată, precum și posibilitatea ca la capătul dinspre frontul de cărbune grinda glisantă extinsă să poată prelua o sarcină de 5 tf (fig. 3).

În funcție de această portanță s-au calculat, cu ajutorul ecuațiilor de echilibru static, eforturile S_1 și S_2 în piesele de echilibrare a secțiilor în plan orizontal X și de echidistanțare a grinzii-cozoroc față de frontul de cărbune H.

S-au studiat mai multe variante, luîndu-se în considerare poziţia închisă şi deschisă a stîlpilor de susţinere, grinda-cozoroc retrasă

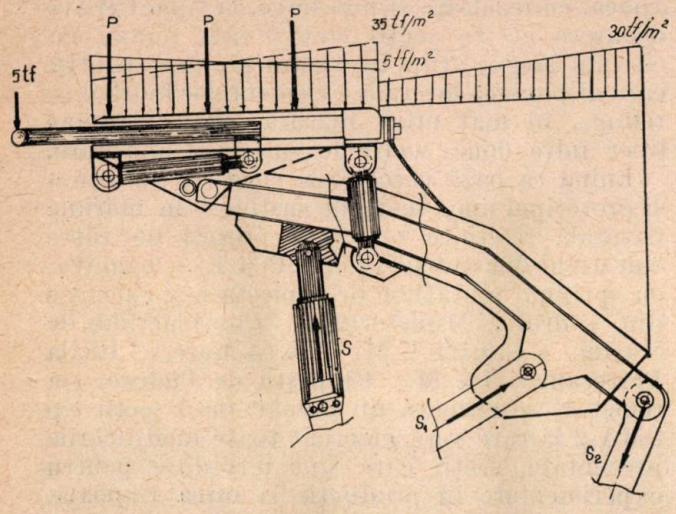


Fig. 3. Repartizarea sarcinilor pe grinda-cozoroc modificată şi scutul secţiei de susţinere CMA-2

şi extinsă, iar rezultanta sarcinii pe cozoroc ca fiind aplicată în dreptul articulaţiei acestuia la scut, în dreptul stîlpului hidraulic şi în centrul grinzii-cozoroc.

În ceea ce priveşte presiunea pe talpa secţiilor (fig. 4), s-a calculat, tot cu ajutorul ecuaţiilor de echilibru static, valoarea acesteia la capătul dinspre frontul de cărbune p_1 şi cel dinspre surpare p_2, luînd-o în considerare ca fiind solicitată de forţa portantă a stîlpilor

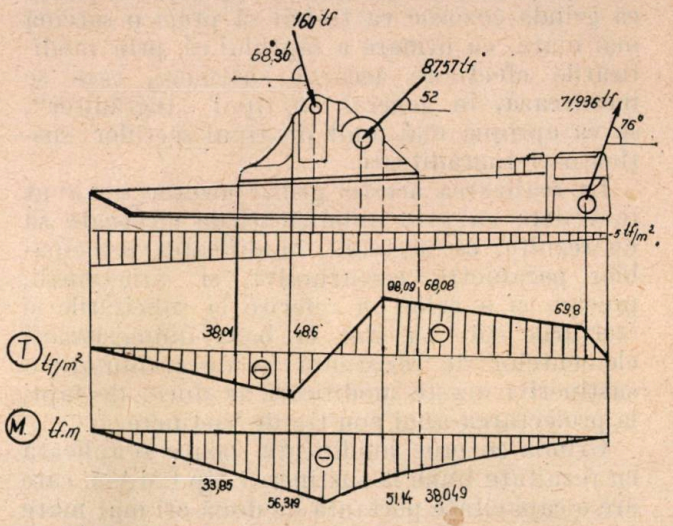


Fig. 4. Repartizarea presiunilor pe talpa secţiei de susţinere cu grindă cozoroc modificată:
T — diagrama forţelor tăietoare; M — diagrama momentelor

de susţinere şi de eforturile din dispozitivul de echilibrare a secţiilor în plan orizontal şi de echidistanţare a grinzii faţă de frontul de cărbune.

Principalele rezultate ale calculelor efectuate sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Poziţia stîlpului hidraulic	Închis				Deschis			
Poziţia grinzii mobile	retrasă		extinsă		retrasă		extinsă	
Poziţia forţei rezultante pe cozoroc (în articulaţia acestuia sau pe stîlp)	în articulaţie	în stîlp	în articulaţie	în stîlp	în articulaţie	în stîlp	în articulaţie	în stîlp
Portanţa totală a cozorocului, P, tf	103,3	123,1	97,4	116,5	110,5	133,7	102,1	126,2
Presiunea medie pe cozoroc, p, tf/m²	47,4	56,5	44,9	53,5	50,7	61,4	49,9	58,0
Efortul în piesa X, S_1, tf	96,5	48,1	104,1	57,8	89,6	60,5	87,6	67,0
Efortul în piesa H, S_2, tf	65,7	0,9	74,3	11,4	66,5	9,4	71,9	20,4
Presiunea pe talpă, tf/m²								
— spre front, p_1							103,3	
— spre surpare, p_2							5,9	
— spre front, p_1								75,7
— spre surpare, p_2								58,2
Presiunea pe talpă cu sarcina uniform distribuită pe grinda cozoroc, tf/m²								
— spre front, p_1					90,9			
— spre surpare, p_2					38,4			
— spre front, p_1							100,0	
— spre surpare, p_2							26,5	

Prin înlocuirea cozorocului din dotaţia secţiilor tip CMA-2 cu cel modificat prevăzut cu grindă glisantă extensibilă se schimbă şi modul de repartizare a sarcinilor pe grindă, în sensul că grinda-cozoroc va trebui să preia o sarcină mai mare, ca urmare a faptului că prin modificările efectuate această susţinere, care se încadrează, în general, în tipul „îngrăditor", se va apropia mai mult de tipul secţiilor susţinătoare-îngrăditoare.

La realizarea acestei grinzi-cozoroc s-a avut în vedere ca prin îmbunătăţirile efectuate să nu rezulte, ca necesară, modificarea principalilor parametri constructivi şi funcţionali, precum şi a celor cu referire la solicitările şi eforturile care au stat la baza dimensionării elementelor de rezistenţă şi de stabilitate a susţinerii; aceste modificări ar duce, de fapt, la proiectarea unui nou tip de susţinere.

Grinda-cozoroc modificată poate fi aplicată cu rezultate bune la susţinerea tip CMA-2, care are o capacitate portantă de două ori mai mare în raport cu secţiile de susţinere tip CMA-1, fapt ce nu impune modificarea principalelor elemente de legătură şi rezistenţă, folosirea grinzii extensibile încadrîndu-se în parametrii luaţi în considerare la dimensionarea acestui tip de susţinere.

Principala cauză care nu permite folosirea cozorocului modificat la susţinerea tip CMA-1 este capacitatea portantă redusă a acesteia, corespunzător căreia au fost dimensionate şi restul elementelor ce alcătuiesc secţia de susţinere propriu-zisă.

Folosirea grinzii-cozoroc modificată la acest tip de secţii ar aduce această susţinere la limita parametrilor luaţi în considerare.

Este însă probabil ca şi secţiile tip CMA-1, dotate cu grinzi-cozoroc modificate, să poată fi folosite cu rezultate bune, în situaţia unor condiţii geologico-miniere favorabile şi foarte favorabile, lucru care poate fi confirmat numai în urma unor experimentări nemijlocite în producţie.

În cazul secţiilor de susţinere tip CMA-1, forma constructivă a grinzii-cozoroc, modificată este aceeaşi ca şi la tipul CMA-2, singura deosebire fiind lăţimea care s-ar reduce de la 1 120 la 920 mm.

În ceea ce privesc modificările efectuate, în scopul creşterii spaţiului de circulaţie sub protecţia susţinerii pentru personalul din abataj, soluţiile stabilite pentru secţiile CMA-2 se pot aplica, cu rezultate şi mai bune, la tipul CMA-1 deoarece aceste secţii sînt dotate numai cu cîte un singur stîlp de susţinere, fapt pentru care dispunerea laterală a elementelor hidraulice reduce, în mai mică măsură, spaţiul rămas liber între două secţii de susţinere alăturate.

Luînd ca bază cercetările efectuate, precum şi prototipul unor secţii de susţinere în mărime naturală realizate cu forţe proprii de către colectivul din cadrul I.C.I.T.P.M.L. — Craiova, cu sprijinul unităţilor de proiectare şi execuţie din cadrul Ministerului Construcţiilor de Maşini, C.C.S.I.T.U.M. — Satu Mare, filiala Petroşani şi I.U.M. Filipeştii de Pădure, s-a reuşit să se execute un număr de 5 secţii tip CMA-2 la care s-au efectuat toate modificările prezentate, secţii care sînt introduse pentru experimentare în producţie la mina Lupoaia, loc de muncă caracterizat prin condiţii geologico-miniere foarte grele.

Lungimea liniei de front este de 80 m, iar a cîmpului de abataj de 300 m.

Apreciem că printr-o conlucrare corespunzătoare cu beneficiarul, colectivul nostru va fi în măsură să rezolve cu succes obiectivele pe care şi le-a propus în cadrul acestei teme de cercetare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bătăcui, C. *Cercetări privind îmbunătăţirile constructive necesare a fi aduse utilajelor de susţinere folosite în prezent în bazinul Motru şi principalele caracteristici pe care trebuie să le îndeplinească utilajele de susţinere cu care sînt dotate abatajele cu front lung plasate în condiţii geologico-miniere grele şi foarte grele* I.C.I.T.P.M.L. Craiova, 1979—1980.

[2] Bătăcui, C. *Studiul regimului de presiune în abatajele cu front lung şi comportarea în exploatare a complexelor mecanizate CMA-1, CMA-2 la I.M. Jilţ.* I.C.I.T.P.M.L. Craiova, 1979—1980

[3] Mihăiţă, Gh. *Solicitări în elementele de susţinere şi eforturile în elementele de rezistenţă la susţinerile mecanizate.* Universitatea Craiova, 1980

[4] Csizmadia, M. *Modificări constructive la susţinerile mecanizate.* C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare, 1979

[5] Irresberger, H. *Dezvoltarea în viitor a susţinerilor mecanizate cu scut.* Essen, 1974

Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine*)

Dr. ing. C. Pandelescu
Institutul de geologie şi geofizică

I. Introducere

Creşterea vertiginoasă — îndeosebi din ultimele două-trei decenii — a necesarului de materii prime minerale, feroase, neferoase, rare, nemetalifere, impune introducerea în circuitul economic de noi minereuri, prezentînd o continuă scădere a calităţii, respectiv conţinuturi reduse de elemente utile, apărînd deseori într-o formă fin diseminată sau cu asociaţii foarte înaintate ale componenţilor minerali.

Evident, valorificarea acestor minereuri impune măcinarea lor fină pentru liberarea şi apoi separarea mineralelor prezente. Totodată, necesitatea exploatării unor tonaje cît mai mari impune aplicarea de metode de mare productivitate, producînd, inerent, mari cantităţi de material fin.

În majoritatea cazurilor, aplicarea metodelor convenţionale de concentrare, în cazul minereurilor fin măcinate, nu este eficientă, ducînd, atît la pierderi ridicate de metale şi minerale utile, cît şi la obţinerea unor concentrate de calitate slabă. De aici necesitatea, fie a perfecţionării metodelor cunoscute, în sensul adaptării lor la noile condiţii, fie a elaborării de noi metode eficiente.

Interesul mare pe care îl ridică prelucrarea minereurilor fine a dus, în ultimii ani, la efectuarea unui volum apreciabil de cercetări sistematice, în sensul celor arătate mai înainte, ceea ce este evidenţiat de numeroasele lucrări apărute în lume, în ultima vreme, în publicaţii de specialitate sau în volume adunînd lucrări prezentate la conferinţe şi simpozioane internaţionale.

Consider că şi în ţara noastră problemele cu care ne confruntăm, şi mai ales vom fi nevoiţi să le abordăm în viitor, impun acordarea unei atenţii crescînde domeniului prelucrării minereurilor fine, evident într-o primă etapă în faza cercetării, apoi într-o etapă care se va dovedi foarte apropiată, şi în faza industrială.

Ştiut fiind că flotaţia reprezintă una din cele mai utilizate metode de prelucrare a minereurilor, ne vom ocupa mai întîi de cîteva aspecte fizico-chimice privind flotaţia particulelor fine, referindu-ne apoi la unele tehnici de flotaţie adaptate materialelor fine.

II. Flotaţia particulelor fine

Experimentările efectuate de numeroşi cercetători au evidenţiat că în domeniul particulelor fine viteza de flotaţie descreşte cu descreşterea mărimii particulelor.

Privitor la limita trecerii în domeniul particulelor fine, s-a considerat, în general, că aceasta ar fi mărimea de 10—15 μm; totuşi, aşa cum au arătat cercetările efectuate, nu se poate vorbi de o mărime general valabilă, aceasta variind, de exemplu în cazul mineralelor neferoase, funcţie de mineral, între 6 şi 20 μm (6μm, galena; 8 μm, blenda; 9 μm, pirotina; 15 μm, calcopirita; 15 μm, arsenopirita; 20 μm, pirita) [1].

Schema din figura 1 [2] ilustrează legătura dintre proprietăţile fizice şi chimice ale particulelor fine şi comportarea lor în flotaţie.

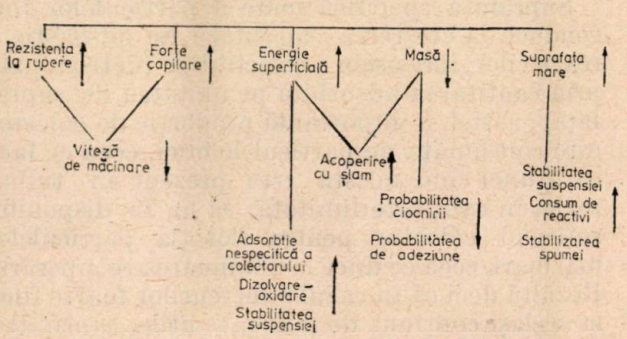


Fig. 1. Legătura dintre proprietăţile fizice şi chimice ale particulelor fine şi comportarea lor în procesul flotaţiei

Principalele caracteristici care încep să domine, pe măsură ce mărimea particulelor este redusă, sînt: masa lor care devine foarte mică, suprafaţa specifică, ce devine mare, şi energia superficială specifică mai ridicată. De aici, să vedem care sînt principalele repercusiuni asupra flotaţiei. Masa mică a particulelor conduce la probabilitate mai redusă de ciocnire a acestora cu bulele de aer; de asemenea, cu cît o particulă are masa mai mică, cu atît ea este mai mult influenţată de mişcarea lichidului în jurul suprafeţei bulei şi prin aceasta realizarea adeziunii particulei la bulă este mai dificilă [3]. De aici, viteză de flotaţie scăzută, şi, în final, flotaţie ineficace (datorită îndeosebi recuperării scăzute).

Trebuie observat că în cazul particulelor foarte fine, un rol important în realizarea ciocnirii cu bulele de aer îl pot avea forţele electrostatice datorate sarcinilor electrice pe care le au, atît bulele de aer, cît şi particulele minerale. Acţiunea acestor forţe, care poate fi neglijată faţă de acţiunea forţelor mecanice şi hidrodinamice în cazul particulelor mai mari, tre-

* Conferinţă prezentată în ziua de 17.3.1981 la I.C.P.M.M.N. Baia Mare.

buie avută în vedere în cazul particulelor de ordinul cîtorva microni. Apropierea între o bulă şi o particulă foarte mică poate fi împiedicată sau înlesnită, după cum stratele dublu electrice de la suprafeţele lor de separaţie faţă de apă au o constituţie similară sau opusă. Obişnuit, atît bulele de aer, cît şi particulele minerale au sarcini electrice negative, ceea ce face ca forţele electrostatice să se opună apropierii dintre bule şi particulele foarte fine şi deci să acţioneze defavorabil flotaţiei acestui fel de particule [4].

Învingerea barierei energetice caracteristică filmului de apă dintre bula de aer şi particula minerală, condiţie necesară realizării adeziunii particulă-bulă, se realizează cu ajutorul unor forţe mecanice exterioare, direct proporţionale cu masa particulei. În cazul particulelor foarte fine, energia cinetică redusă a lor este de foarte multe ori insuficientă pentru învingerea acestei bariere energetice şi adeziunea nu mai poate avea loc [4; 5].

Suprafaţa specifică mare a particulelor fine conduce la creşterea capacităţii de adsorbţie a reactivilor, îndeosebi a colectorilor (determinată prin cantitatea adsorbită pe unitatea de suprafaţă); astfel, o importantă proporţie de colector este consumată de particulele mici, ceea ce face ca atunci cînd acesta este prezent în tulbureală, în cantitate limitată, să nu fie disponibil suficient colector pentru flotaţia particulelor mai mari, ceea ce duce la diminuarea recuperării. Rezultă deci că în cazul minereurilor foarte fine, la acelaşi conţinut de minerale utile, cantitatea de colector necesară la flotaţie este sensibil mai mare decît în cazul particulelor de mărime obişnuită [1; 6; 7].

Particulele minerale foarte fine, avînd tendinţa de a adera la interfaţa lichid-gaz, exercită o acţiune stabilizatoare asupra bulelor de aer aflate în apă; ca urmare, la flotaţia minereurilor foarte fine adaosul obişnuit de spumant duce la formarea unei spume voluminoase şi persistente, care include multe particule de steril şi de minerale nedorite, rezultatul fiind diminuarea calităţii concentratului şi, de multe ori, chiar a gradului de recuperare. De asemenea, stabilitatea ridicată a spumei creează greutăţi la manipularea concentratelor [7; 8].

Tulburelile de flotaţie, constituite din particule foarte fine, prezintă, faţă de cele constituite din particule de mărime obişnuită, la aceeaşi diluţie, o viscozitate, respectiv stabilitate, mai ridicată, ceea ce împiedică desfăşurarea normală a procesului de flotaţie, cu urmări negative îndeosebi asupra selectivităţii şi deci a calităţii concentratului [9; 10].

Particulele minerale fine au o energie superficială specifică mai ridicată, din cauza numărului crescut de muchii, colţuri şi imperfecţiuni cristalografice — locuri de energie mai înaltă — care, în cazul acestor particule, supuse unei măcinări intense, apar în număr apreciabil mai ridicat decît în cazul particulelor mai grobe [11].

Energia superficială specifică ridicată a particulelor fine poate influenţa flotaţia în diferite moduri. Astfel, gradul crescut de solubilitate superficială în apă a particulelor foarte fine poate introduce impurităţi nedorite în tulbureală, afectînd interacţiunile colector-mineral (ionii puşi în libertate de particulele foarte fine ale unui anumit mineral pot cauza activarea sau depresarea, nedorite, a unor minerale prezente în tulbureala de flotaţie, ducînd la scăderea selectivităţii şi/sau a gradului de recuperare) [9].

Datorită energiei superficiale ridicate, particulele minerale foarte fine prezintă o viteză crescută a reacţiilor superficiale, ceea ce, în unele cazuri, duce la schimbarea proprietăţilor de flotaţie ale particulelor respective. Astfel, flotabilitatea particulelor fine de sulfuri se micşorează, în general, din cauza activităţii chimice mărite (oxidabilităţii) particulelor, ceea ce impune, în cazurile respective, adoptarea unui regim special de reactivi [10].

Înalta energie superficială a particulelor fine creşte, de asemenea, tendinţa colectorilor de a se adsorbi în mod nespecific (pe locuri de energie înaltă de pe particulele fine, inculsiv de gangă), independent de natura stratului dublu electrochimic de la suprafaţa particulelor, ceea ce cauzează reducerea selectivităţii la flotaţie şi, deci, diminuarea calităţii concentratelor [9; 4].

Particulele minerale foarte fine au tendinţa de a adera la suprafaţa particulelor mai mari, proces controlat de forţele intermoleculare cu rază mare de acţiune, similare acelora care determină interacţiunile dintre bulele de aer şi particulele solide. Acoperirea cu şlam poate dăuna flotaţiei în mai multe moduri. Dacă particulele fine sînt minerale utile, iar cele grobe la care aderă acestea sînt minerale de gangă, calitatea concentratului evident se înrăutăţeşte; cînd particulele fine constau din minerale de gangă ce acoperă particulele grobe de mineral util, proprietăţile superficiale legate de flotabilitate ale acestora din urmă sînt modificate, recuperarea de mineral util putînd fi astfel sensibil diminuată.

Acoperirile cu particule fine pot fi utilizate însă, aşa cum se va arăta mai departe, în sens favorabil, stînd la baza procesului de flotaţie cu purtător [11]. Flotaţia particulelor fine poate fi influenţată în sens devaforabil şi de fenomenul de aglomerare care se produce în tulbureala minerală; cînd aglomerarea este urmarea micşorării potenţialelor electrocinetice ale particulelor sau a unor potenţiale de semne contrare ale diferitelor particule, agregatele formate sînt, de obicei, constituite din

minerale diferite, ceea ce duce la micşorarea, atît a selectivităţii flotaţiei, cît şi a recuperării de substanţă utilă [5].

Tendinţa particulelor fine de a se aglomera poate fi utilizată, aşa cum se va vedea mai departe, într-un sens favorabil, la flotaţia acestor particule.

*

În scopul creării unor condiţii avantajoase desfăşurării procesului flotaţiei particulelor fine, au fost făcute, într-o măsură mai mare sau mai mică, adaptări flotaţiei convenţionale, sau s-a recurs la diferite alternative, principalele fiind grupate ca în figura 2 [2]:

a — realizarea de condiţii mai favorabile în energetica contactului bulă de aer-particulă minerală (precum utilizarea de noi reactivi; condiţionarea la temperatură ridicată) sau mărirea timpului de rămînere a particulelor în celulă, prin utilizarea principiului curgerii în contra-curent (flotaţia în coloană);

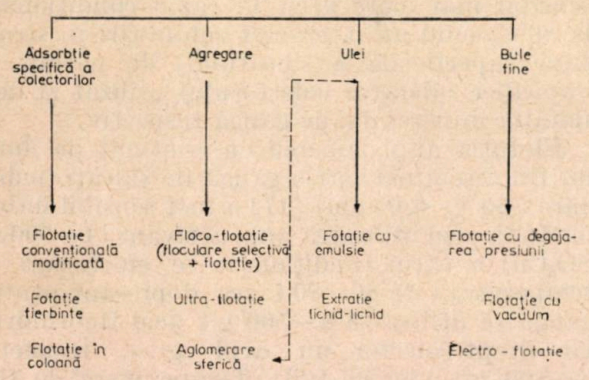


Fig. 2.

b — creşterea mărimii particulelor, prin aglomerare urmată de flotaţie (floco-flotaţia) sau aderarea particulelor fine la particule mai grobe, flotabile, ce acţionează ca particule purtătoare (ultraflotaţia);

c — utilizarea unei faze uleioase;

d — crearea de bule de aer mai fine în tulbureală (flotaţia cu aer degajat din soluţie; electro-flotaţia).

În continuare, vom examina, evident la stadiul de principii şi utilizînd dese exemple de aplicare practică, aceste noi căi de obţinere a unor rezultate superioare în domeniul concentrării minereurilor foarte fine.

III. Tehnici de flotaţie adaptate particulelor fine

1. *Utilizarea colectorilor de chemosorbţie*

Cercetări din ultimii ani au arătat rezultatele favorabile obţinute la flotaţia unor minereuri foarte fin măcinate, fără prealabila deşlamare (îndepărtarea particulelor sub 10—15 μm), utilizînd agenţi chelatici, reactivi de puternică chemosorbţie [12].

Interacţiunile chimice specifice chemosorbţiei dintre ionul sau molecula colectorului şi cationii metalici de la suprafaţa mineralului asigură selectivitatea, chiar la mărimi fine, ale particulelor. (În timp ce colectorii de adsorbţie fizică au tendinţa de a se adsorbi neselectiv, din cauza energiei superficiale ridicate a particulelor fine).

S-a arătat [12] posibilitatea flotaţiei mineralelor metalice cu ajutorul unor sisteme de colectori, constînd dintr-un agent chelatic şi un ulei neutru. În aceste sisteme, agentul chelatic reacţionează cu cationii suprafeţei minerale pentru a forma un chelat metalic insolubil, la care lanţurile hidrocarburice ale uleiului, care sînt necesare pentru a asigura flotaţia, aderă prin adsorbţie fizică.

Legătura dintre agentul chelatic şi metalul mineralului este rezultatul unei veritabile reacţii chimice, consecinţa afinităţii specifice a agentului chelatic pentru metal. De aici posibilitatea flotării mineralelor de acelaşi metal, cu acelaşi sistem de colectori, independent de specia de mineral inplicată. Cu alte cuvinte, prin utilizarea unui agent chelatic potrivit, este posibil a înlătura bariera dintre sulfura unui metal şi mineralele oxidice ale aceluiaşi metal, care nu răspund în acelaşi mod la acţiunea acelorași colectori obişnuiţi.

Rezultate favorabile au fost obţinute în cadrul experimentărilor efectuate asupra unui minereu de Pb—Zn, constituit din smithsonit, blendă, cerusită şi galenă, roca de bază fiind un calcar dolomitic [12]. Conţinuturile chimice sînt: 7,3 % Zn_{total} (din care 5 % Zn_{ox}; 2,3 % $Zn_{sulfură}$); 0,9 % Pb_{total} (din care 0,5 % Pb_{ox}; 0,4 % $Pb_{sulfură}$).

Asociaţia minerală intimă a impus o măcinare avansată:

$$100\ \% < 0{,}1\ \text{mm};\quad 66\ \% < 40\ \mu\text{m};$$
$$(40\ \% < 20\ \mu\text{m}).$$

Utilizînd un agent chelatic, 3 kg/t oxină (8-hydroxyquinolină) + 0,7 kg/t gazolină (în emulsie apoasă 0,1 %), au fost obţinute rezultate extrem de mulţumitoare, în condiţiile unei tehnologii de flotaţie simplificată. (Concentrat primar cu 21,5 % Zn şi 2,32 % Pb, cu recuperări de Zn de peste 90 % şi de Pb de circa 80 %, rezultate net superioare acelora obţinute în mod curent).

Vom menţiona, numai, rezultatele obţinute în S.U.A. [13] la flotaţia unui mienereu cu hematită foarte fin măcinat (70 % < 15 μm); în condiţii obişnuite de flotaţie, utilizînd un colector sulfonat, minereul a trebuit să fie deşlamat (îndepărtarea particulelor < 10 — —15 μm), rezultînd mari pierderi.

Folosind drept colector octanhidroxamat (un agent chelatic de puternică chemosorbție) au fost obținute rezultate foarte bune, fără o prealabilă deșlamare.

S-a reușit, de asemenea, a flota, cu bune rezultate [14], particule de scheelită de 1 μm, cu oleat de sodiu, un colector de chemosorbție în acest sistem.

Într-un număr de cazuri, în industrie, s-a recomandat [15], atunci cînd a fost vorba de minereuri cu o proporție mare de material fin, ca adaosul de colector să fie făcut în timpul primelor stadii de măcinare, pentru a favoriza flotația particulelor fine (îndeosebi a sulfurilor metalice). În acest fel este prevenită oxidarea materialului fin flotabil; de asemenea, adaosul colectorului în timpul măcinării poate favoriza flocularea sau aglomerarea particulelor fine flotabile, care sînt apoi flotate ca aglomerate.

2. *Temperatura ridicată la flotație*

Cercetările efectuate — în multe cazuri aplicate industrial — au arătat influența favorabilă a condiționării tulburelii la temperaturi ridicate (60—80°C) asupra indicilor flotației (recuperarea și calitatea concentratului), în domeniul mărimilor fine ale particulelor minerale.

Cîteva exemple în acest sens sînt semnificative.

Astfel, au fost executate experimentări în laborator și pilot, trecîndu-se apoi la fază industrială [16] asupra unui minereu — considerat dificil de preparat — cu circa 0,8% WO_3 (sub formă de scheelit), ganga fiind constituită din silicat, îndeosebi hornblendă.

Datorită asociației intime a scheelitei cu ganga a fost necesară o măcinare înaintată: 100% < 0,1 mm; 50—55 % < 30 μm (cca 70% din WO_3 regăsindu-se în clasa < 30 μm, ceea ce înseamnă că o deșlamare a tulburării înaintea flotației ar duce la pierderi ridicate de WO_3).

Flotația convențională, efectuată la temperatura de 20°C (cu adaosuri de reactivi obișnuiți: 1,5 kg/t oleat de Na, 4 kg/t silicat de Na, 2,5 kg/t dextrină), a dus, după o flotație primară urmată de trei reflotări, la obținerea unui concentrat cu 50 % WO_3, recuperarea realizată nedepășind 65—66 % (de menționat că concentratul primar conținea 15 % WO_3, cu recuperarea de 96 %).

Aplicînd tehnologia flotației cu condiționare la temperatura de 60—80°C (reactivii utilizați fiind: 1,4 kg/t hidrat de Na; 2,5 kg/t silicat de Na și 0,4 kg/t ulei de tall), iar flotația desfășurîndu-se apoi la temperatura normală (20—22°C), s-a obținut, la scară pilot, prin flotație primară urmată de o reflotare, un concentrat cu 69 % WO_3 și recuperare de 93 % (concentratul primar a conținut 30 % WO_3 au recuperarea de 95 %).

Deci, aplicarea metodei de flotație, cu condiționare la temperatură ridicată, a permis obținerea de concentrate de înaltă calitate, cu recuperare, de asemenea, ridicată.

Observațiile făcute în acest caz au arătat că la flotația cu condiționare fierbinte, cea mai mare parte a silicaților prezenți, ușor flotabili cu acizi grași, este depresată în timpul flotației primare; la flotația convențională, acești silicați nu au putut fi depresați decît în timpul reflotărilor, unde, datorită acțiunii puternice de depresare aplicate, particulele mixte prezente au trecut la pierderi, iar recuperările realizate au fost nesatisfăcătoare.

Deci, atunci cînd condiționarea a fost efectuată la temperatură mai joasă, s-a constatat o creștere a flotației hornblendei și, ca urmare, o reducere corespunzătoare a selectivității.

Prin metoda spectroscopiei în infraroșu a fost determinată influența temperaturii de condiționare asupra silicaților; astfel s-a găsit că concentrația filmului de colector la suprafața hornblendei, condiționată la 20°C, a fost sensibil mai mare decît în cazul condiționării la 80°C, cînd au intervenit schimbări în structura superficială a silicatului, de natură să împiedice aderarea colectorului utilizat și deci flotația mineralului de gangă respectiv.

Flotația unui minereu cu conținut de ilmenit fin diseminat într-o gangă de silicați (măcinare: 60 % < 60 μm) [17] a fost sensibil îmbunătățită prin utilizarea unui activant (4—500g/t SO_4Cu) a cărui condiționare se efectuează la temperatura de 80—90°C (ca depresant pentru gangă se utilizează 4—500 g/t acid fluorhidric, iar drept colector un acid gras, respectiv 3—400 g/t ulei de tall). Temperatura de flotație este de 50—70°C.

În acest mod, printr-o singură reflotare s-au obținut concentrate de foarte bună calitate, cu 45—47 % TiO_2 și recuperare de 92—94 %.

Principalele caracteristici ale procedeului aplicat au fost:

- selectivitate și recuperare ridicate, obținute îndeosebi prin realizarea unei activări superioare a mineralului util, datorită condiționării fierbinți;
- efect favorabil al temperaturii asupra cineticii adsorbției colectorului și flotației, tradus prin timpi de condiționare și flotație sensibil mai scăzuți decît în cazul flotației convenționale;
- posibilitatea tratării materialului fără deșlamare prealabilă;
- o singură operație de reflotare s-a dovedit suficientă pentru realizarea unei calități ridicate a concentratului.

Menționăm, de asemenea, cazul flotației unui alt minereu cu conținut de ilmenit (31 % ilmenit, 35 % feldspați și alți silicați) [18], de asemenea foarte intim asociat cu ganga, necesitînd deci o măcinare avansată

(100 % < 40 μm). Utilizînd drept colector un amestec (1 : 1 în greutate) de acid oleic și petrol (cca 700 g/t) s-a constatat o creștere apreciabilă a recuperării de ilmenit, cu creșterea temperaturii de condiționare (temperatura optimă a fost de 70 °C), datorită creșterii hidrofobicității ilmenitului și ca urmare a creșterii adsorbției colectorului la interfața ilmenit/apă (densitate ridicată de adsorbție însemnînd chemosorbție, deci selectivitate superioară).

Aplicarea condiționării fierbinți a tulburelii în domeniul flotației sulfurilor metalice este de dată mai veche, fiind utilizată în practică la cîteva instalații din lume.

Un exemplu interesant [19] este cel al utilizării acestei tehnologii la o instalație de flotație din Japonia, la separarea unui concentrat colectiv de Cu-Pb. Este vorba de un minereu complex de sulfuri (blendă, galenă, pirită, calcopirită, într-o gangă de cuarț și minerale argiloase), cu asociații foarte intime ale componenților minerali, considerat un minereu foarte dificil de preparat; conținuturile chimice: 2,1 % Cu; 2,1 % Pb; 5,5 % Zn; 28—29 % pirită. Măcinarea necesară este foarte avansată: 90 % < 75 μm; 60% < 36 μm.

Ne vom referi numai la metoda utilizată la separarea Cu-Pb. Concentratul colectiv de Cu-Pb este încălzit la circa 70°C, prin injectare de abur în tulbureală și agitare 10 min într-un tanc de condiționare, p*H*-ul fiind menținut slab acid (p*H* = 5,5; același la care s-a efectuat flotația). Acest tratament termic face ca galena să-și piardă flotabilitatea, prin desorbția colectorului, nu însă și calcopirita, separarea Cu-Pb fiind realizată apoi cu ușurință, fără adaos de reactivi, după trei reflotări. De menționat importanța menținerii p*H*-ului în domeniul acid (~ 5,5), în care colectorul adsorbit la suprafața calcopiritei se menține stabil, desorbindu-se însă în mediu alcalin, cînd deci separare nu se va mai putea realiza.

În acest fel, din concentratul colectiv conținînd 16,6 % Cu, 13,6 Pb, 6 % Zn, s-a obținut un concentrat de cupru cu 23,5 % Cu, 4,7 % Pb, 3,4 % Zn și un concentrat de Pb cu 60,4 % Pb, 3,5 % Cu, 6,5 % Zn, recuperările realizate fiind de circa 85 % pentru Zn și 65 % pentru Pb (rezultate sensibil superioare acelora obținute anterior, prin aplicarea tehnologiei de separare cu cianură).

Se vede deci cum prin dirijarea corespunzătoare a pH-ului și respectiv a temperaturii tulburelii, atît la flotația colectivă Cu-Pb, cît și în faza de separare, poate fi realizată desorbția selectivă a colectorului adsorbit la suprafața particulelor de galenă; la depresarea galenei se consideră a contribui oxidarea preferențială a suprafeței acestui mineral, în condițiile arătate.

Un alt exemplu interesant îl reprezintă instalația de flotație de la Meggen [20] care prelucrează un minereu cu 8 % Zn, 1 % Pb și circa 65 % pirită, cu asociații ale componenților minerali de la fine la foarte fine. Flotația zincului are loc în două etape:

— flotația principală, obținîndu-se un bun concentrat de zinc, cu 57—58 % Zn, la o măcinare relativ grobă (80 % < 45 μm);

—flotația mixtelor de zinc la care se obține un concentrat de zinc de calitate slabă, cu 35—40 % Zn, la o măcinare foarte fină (80%< 20 μm); acest ultim concentrat nu a putut fi îmbunătățit prin metodele flotației convenționale.

O îmbunătățire esențială a selectivității dintre blendă și pirită s-a realizat prin utilizarea SO_2 la o temperatură a tulburelii de 80°C; în aceste condiții blenda a fost aproape complet depresată, în timp ce pirita și-a păstrat flotabilitatea. Concentratul de mixte de zinc a putut fi îmbunătățit astfel (flotație inversă) de la 35—40 % la 50—53 % Zn. În acest mod s-a reușit o îmbunătățire cu 2 % a calității concentratului total de zinc (flotația principală + flotația mixtelor), fără diminuarea gradului de recuperare și cu o creștere sensibilă a economicității.

În fine, un ultim exemplu semnificativ este cel al unei instalații de flotație a hematitei din Michigan — S.U.A. [21], la care concentratul primar de la flotație, cu 61,5 % Fe, este condiționat cu abur, la o diluție scăzută (70 % solid), la temperatura de fierbere. Selectivitatea este apreciabil ridicată, iar reflotarea la 60—70°C duce la obținerea unui concentrat final cu 67 % Fe, cu o recuperare a Fe de 98 %, în circuitul de reflotare-fierbinte. Nici un nou reactiv nu a fost adăugat.

Și în acest caz intervine probabil desorbția selectivă a colectorului adsorbit pe particulele minerale de gangă, contribuind astfel la creșterea selectivității.

Efectele obținute prin condiționarea fierbinte sînt foarte diferite, iar condițiile în care aceasta acționează sînt, de asemenea, extrem de variate, determinarea lor făcîndu-se pentru fiecare caz în parte, printr-o laborioasă și sistematică muncă experimentală.

Cîteva din principalele caracteristici rezultate din exemplele prezentate ar fi:

- efectul favorabil al condiționării fierbinți, în speță realizarea unei activări superioare a mineralelor utile, este atribuit îndeosebi chemosorbției crescute a colectorilor la suprafața particulelor minerale (ceea ce asigură selectivitatea sporită și totodată creșterea vitezei de flotație);
- condiționarea fierbinte poate avea acțiune depresoare asupra unor minerale de gangă prin schimbările ce la provoacă în structura superficială a acestora;

• prin condiţionare fierbinte, în condiţii de p*H* şi temperatură corespunzătoare, poate fi obţinută desorbţia selectivă a colectorului în operaţii de separare din concentrate colective, sau în cele de reflotare, realizîndu-se selectivităţi crescute.

3. *Flotaţia în coloană*

Tehnica flotaţiei în coloană are la bază principiul curgerii în contra-curent, în scopul îmbunătăţirii separării în procesul flotaţiei.

În flotaţia cu coloană — prezentată schematic în figura 3 — bulele de aer, introduse pe la partea inferioară a coloanei, au o mişcare ascendentă continuă, printr-o suspensie minerală curgînd descendent [22]. Alimentarea cu suspensie făcîndu-se pe la partea superioară, la

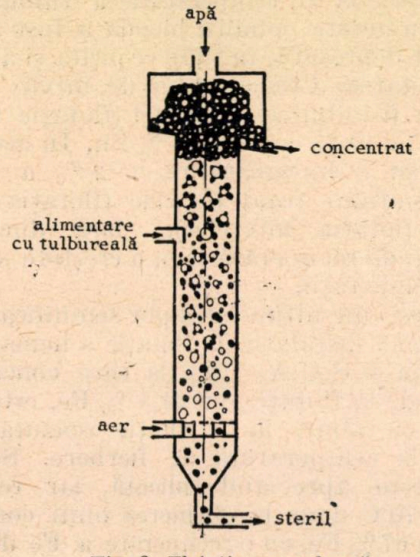


Fig. 3. Flotaţia cu coloană

circa o treime din înălţimea coloanei, există foarte mari şanse ca bulele mineralizate să fie degajate de eventualele particule de gangă antrenate.

La îndepărtarea particulelor de gangă de pe bulele încărcate cu particule de minerale utile, contribuie şi curentul descendent de apă de spălare introdus pe la partea superioară a coloanei.

Zona dintre intrarea aerului şi locul de alimentare cu minereu este denumită „zona de recuperare", iar porţiunea de deasupra alimentării este denumită „zona de curăţire". Spuma mineralizată deversează pe la partea superioară a aparatului, iar sterilul este eliminat pe la partea inferioară.

Folosind coloane cu diametrul de 75 mm, respectiv de 225 mm [23], la separarea particulelor fine de grafit de impurităţile argiloase au fost obţinute rezultate foarte bune: calitatea grafitului obţinut în cinci stadii ale procesului de flotaţie convenţională este echivalentă unui singur stadiu al operaţiei într-o coloană de flotaţie.

Experimentări de flotaţie în coloană asupra unui minereu de uraniu [24] au dus la obţinerea de rezultate similare celor obţinute prin flotaţia convenţională cu material în prelalabil deşlamat, dar sensiblil superioare acelora obţinute la flotaţia cu material nedeşlamat.

Interesante şi semnificative sînt experimentările comparative de flotaţie convenţională şi flotaţie în coloană efectuate în Canada, cu un minereu de Mo fin concrescut (măcinarea necesară: 100 % <75 μm; 50 % <30 μm), conţinînd 0,3 % molibdenită şi cantităţi mici de pirită, blendă, galenă, într-o gangă cuarţuoasofeldspatică [22].

Aplicînd un regim obişnuit de flotaţie (petrol, drept colector, un spumant, silicat de Na şi cantităţi mici de CNNa şi bicromat de K), au fost obţinute rezultate sensibil superioare în cazul flotaţiei în coloană, îndeosebi la flotaţia primară; astfel, la recuperări egale (circa 87 %), s-a realizat un raport de concentrare net superior, 90 : 1 la flotaţia în coloană, faţă de 30 : 1 la flotaţia convenţională, precum şi un raport apreciabil mai redus între conţinutul de impurităţi metalice şi conţinutul de molibdenită, respectiv 1,2 : 1, la flotaţia în coloană, faţă de 2,4 : 1 la flotaţia convenţională. Ca urmare, în scopul obţinerii unor concentrate finale de calitate corespunzătoare, concentratul primar a trebuit să fie reflotat de patru ori în cazul flotaţiei convenţionale şi numai de două ori la flotaţia în coloană, recuperările finale fiind de acelaşi ordin de mărime (73—74 %). Aceste rezultate evidenţiază selectivitatea superioară obţinută prin acţiunea de spălare a contracurentului din coloană.

De menţionat totodată că rezultatele arătate au fost obţinute cu un consum de reactivi cu 30 % mai redus la flotaţia în coloană faţă de cea convenţională.

Cercetările [25] au arătat că procedeul nu este eficace pentru particule mai grobe (mai mari de 0,15 mm), care au un timp de rămînere în coloană relativ mai mic. Rezultate favorabile au fost obţinute cu o coloană cu diametrul de 120 mm, avînd o înălţime eficace de 8,5 m; înălţimi mai mari nu au fost eficiente.

IV. Tehnici noi de prelucrare a particulelor fine

1. *Floculareа selectivă*

Un procedeu asupra căruia a fost îndreptată atenţia în ultima vreme este floculareа selectivă, prin care, în cazul unui minereu foarte fin, se obţine aglomerarea (floculareа) unuia din componenţii minerali dispersaţi într-o tulbureală, ceilalţi rămînînd în stare dispersată, separarea lor realizîndu-se apoi pe baza diferenţei pronunţate dintre vitezele de depunere ale aglomeratelor (flocoanelor) şi respectiv particulelor rămase în stare dispersată.

Deşi ideea folosirii unor reactivi adecvaţi în scopul aglomerării selective a particulelor

fine este mai veche, procedeul şi-a găsit aplicare industrială deocamdată într-un singur caz [26], aceasta datorită, în mare măsură, ordinului de mărime destul de redus al vitezelor de depunere realizate pentru materialul aglomerat.

Este vorba de instalaţia de preparare a taconitelor nemagnetice (cu 36—37 % Fe) de la Tilden — S.U.A. care, începînd din 1974, aplică şi procedeul floculării selective.

Fluxul tehnologic aplicat include măcinarea avansată a minereului (85 % <30 μm), urmată de flocularea selectivă a taconitei cu amidon, după prealabila dispersare a materialului cu silicat de sodiu şi tripolifosfat; particule fine de gangă silicioasă, dispersate în tulbureală, sînt îndepărtate în suprascurgere (operaţie de deşlamare), după care din materialul conţinînd aglomeratele de taconită este îndepărtată, prin flotaţie inversă, ganga silicioasă mai grobă, rămasă, utilizînd un colector-amină şi dextrină ca depresant pentru hematită.

Recuperarea de fier a crescut prin includerea floculării selective în fluxul tehnologic, de la 75 %, cît a fost anterior, la 83,5 %, iar conţinutul concentratului a crescut, de asemenea, de la 63, 5 la 65 %.

Utilizarea cu succes a floculanţilor polimeri, ce a permis obţinerea de aglomerate de dimensiuni mari, avînd viteze ridicate de depunere, a mărit mult interesul pentru acest procedeu. Astfel, în ultimii ani au fost abordate numeroase cercetări la scară laborator şi pilot asupra proprietăţilor de aglomerare selectivă ale floculanţilor polimeri, în scopul stabilirii posibilităţilor de utilizare a lor la concentrarea minereurilor fine, care nu pot fi prelucrate în condiţii mulţumitoare prin metodele clasice ale preparării [27; 28; 29; 30].

Polimerii sintetici utilizaţi la flocularea suspensiilor de minerale fine se caracterizează prin greutatea moleculară ridicată, solubilitate în apă, structură liniară. Cercetările efectuate pînă în prezent, fără să fi dus la stabilirea unei teorii unitare asupra mecanismului floculării cu polimeri sinetitici, permit enunţarea unei scheme de principiu privind modul de acţiune al floculanţilor polimeri; acesta constă, în esenţă, din adsorbţia moleculelor de polimer la suprafaţa particulelor minerale, un lanţ polimer adsorbindu-se pe mai mult decît o particulă solidă, ceea ce duce la formarea de legături interparticule şi, în final, la crearea unei reţele tridimensionale (flocoane) [31].

Fenomenele electrostatice au o influenţă importantă asupra adsorbţiei polielectroliţilor; într-adevăr, această adsorbţie este o funcţie a compatibilităţii între caracterul ionic sau neionic al polimerului şi încărcarea superficială a particulelor.

Adsorbţia polimerilor la suprafaţa particulelor minerale, funcţie de natura fizico-chimică a suprafeţei minerale şi grupele funcţionale ale polimerului, poate implica diferite tipuri de legături, ca legătura de hidrogen (foarte comună), legătura electrostatică şi legătura covalentă.

În cele mai multe cazuri asemenea fenomene participă într-o măsură diferită la formarea flocoanelor, eficacitatea unui polimer depinzînd de un mare număr de parametri, determinaţi, în esenţă, de doi factori:

1 — starea electrică a suprafeţei minerale şi tipurile de ioni prezenţi pe aceasta;

2 — natura grupelor active ale polimerului, funcţia şi starea lor de ionizare.

La rîndul lor, ambele aceste condiţii de stare sînt influenţate de mediul apos, care poate diversifica interacţiunea între floculant şi mineral în multe moduri.

p*H*-ul suspensiei, care, de asemenea, determină gradul de ionizare al polimerului, schimbă în mod substanţial sarcinile incluse în lanţul polimer şi, prin aceasta, configuraţia acestuia (care trebuie să fie liniară); rezultă deci că un floculant polimer poate acţiona în mod eficace numai într-un anumit domeniu de p*H*. În general, eficacitatea floculantă a polimerilor anionici se manifestă mai ales în mediu bazic, a celor cationici, din contră, în mediu acid, în timp ce polimerii neionici au o eficacitate independentă de p*H*.

Flocularea selectivă cu polimeri sintetici se bazează, în principiu, pe adsorbţia selectivă a acestora la suprafaţa diferitelor minerale; determinantă pentru flocularea selectivă este comportarea diferită la adsorbţie a reactivilor, care, la rîndul ei, este determinată de deosebirile între proprietăţile superficiale ale mineralelor.

În figura 4 sînt prezentate, schematic, fazele succesive ale procesului de floculare selectivă.

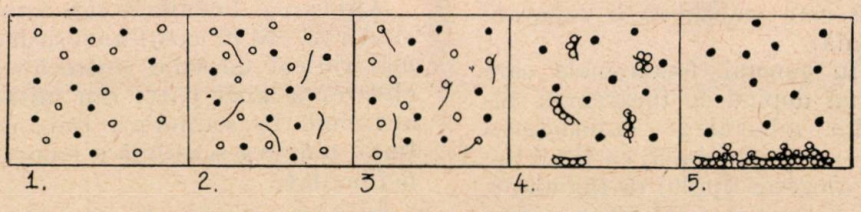


Fig. 4. Fazele succesive ale procesului de floculare selectivă:
1 — solid dispersat; *2* — adaos de floculant; *3* — adsorbţia selectivă a floculantului; *4* — floculare selectivă; *5* — sedimentare şi separare

Proprietăţile superficiale ale mineralelor pot fi influenţate într-un anumit sens, utilizînd reactivi modificatori. Acţiunea acestora de activare sau împiedicare a flocülării (prin analogie cu flotaţia) poate fi determinată prin modificarea potenţialului de suprafaţă al mineralelor; astfel, polielectroliţii anionici nu vor fi adsorbiţi pe suprafeţele încărcate puternic negativ, fără ca potenţialui de suprafaţă să fie redus cu ajutorul unor electroliţi adecvaţi. De asemenea, reactivii modificatori pot influenţa mecanismul de adsorbţie al floculanţilor polimeri, ca de exemplu cationii polivalenţi, care acţionează ca activanţi la adsorbţia polielectroliţilor anionici. Aspectele chimice ale adsorbţiei floculanţilor polimeri pe particulele minerale sînt, în mare măsură, similare adsorbţiei colectorilor din procesul flotaţiei convenţionale.

În ultimii ani a fost efectuat, în diferite ţări, un volum impresionant de cercetări în acest domeniu, atît în laborator, cît şi la scară pilot, ajungîndu-se la rezultate care fac ca acestei metode de separare a particulelor minerale foarte fine să i se deschidă perspective favorabile.

Am efectuat, de asemenea, şi noi cercetări în acest domeniu, mai întîi asupra unor minerale individuale, apoi asupra unor amestecuri din aceste minerale (amestecuri bi- şi tri-minerale) [32]. Cercetările noastre au fost executate cu cuarţ, calcită şi galenă, minerale reprezentînd trei categorii distincte : oxizi, săruri greu solubile şi respectiv sulfuri metalice, care prezintă deosebiri radicale în ceea ce priveşte proprietăţile superficiale. Cele trei minerale au fost aduse la fineţi avansate : 100 % < 20 μm (cca 50 % < 5 μm). Au fost utilizaţi patru floculanţi, reprezentînd cele trei principale tipuri de polimeri sintetici (anionici, cationici şi neionici).

Cercetările efectuate ne-au permis a trage o serie de concluzii interesante pe care le vom prezenta în rezumat.

Astfel, în urma experimentărilor executate a reieşit că fiecare caz potenţial pentru floculare selectivă necesită o cercetare specifică şi suficient de detaliată, cu scopul delimitării domeniului — în unele cazuri destul de strîns — al condiţiilor în care este realizabilă o separare prin această metodă.

Este ştiut că, în general, fenomenele care determină flocularea depind de încărcarea suprafeţei particulelor minerale; cunoaşterea acestui parametru este primordială, ea fiind determinantă pentru alegerea tipului de floculant.

Se impune, de asemenea, stabilirea sensibilităţii mineralului cercetat faţă de diferiţi floculanţi, precum şi a influenţei ce o pot exercita anumiţi ioni prezenţi în tulbureală (proveniţi de la ceilalţi componenţi minerali prezenţi).

În anumite cazuri este utilă determinarea influenţei unor reactivi modificatori.

Experimentările efectuate au scos în evidenţă cazul amestecului bi-mineral, cuarţ + galenă, care exemplifică un sistem deosebit de favorabil pentru flocularea selectivă, putîndu-se obţine recuperări şi calităţi ridicate (într-unul sau mai multe stadii).

Celelalte amestecuri bi-minerale (şi îndeosebi amestecul calcită + galenă) constituie exemple de sisteme la care dificultăţile ce apar la prima examinare pot fi depăşite prin aplicarea unui tratament incluzînd utilizarea de reactivi dispersanţi şi modificatori.

Sistemul tri-mineral cuarţ + calcită + galenă se situează în aceeaşi categorie ca ultimul menţionat, existînd însă posibilitatea realizării de rezultate mulţumitoare la flocularea selectivă, prin aplicarea unei proceduri mai laborioase (utilizarea anumitor reactivi, aplicarea unui tratament în mai multe stadii).

Experimentările executate au permis ca, pe lîngă principiile ce stau la baza realizării flocülării selective, să fie pusă în evidenţă o serie de factori de natură chimică şi fizică determinanţi pentru desfăşurarea acestui proces.

Astfel, prima condiţie care trebuie avută în vedere este necesitatea ca suspensia minerală să fie iniţial în stare dispersă, prevenindu-se coagularea reciprocă a particulelor minerale cu încărcare de semn opus. Cel puţin unul din componenţi — şi anume componentul nefloculabil — trebuie să formeze o suspensie relativ stabilă (fie în mod natural, fie după modificarea prin adaosul unui reactiv adecvat).

Un număr de factori de natură fizică, precum : mărimea flocoanelor, conţinutul de solid în suspensie, raportul dintre componenţii minerali prezenţi, precum şi aplicarea mai multor stadii (respectiv redispersia şi retratarea fracţiunii floculate de cîte 1—2 ori) pot juca un rol determinant la realizarea unei separări eficiente prin floculare selectivă.

Astfel, s-a constatat că atunci cînd se lucrează cu un conţinut mai mic de solid în suspensie (între 1—5 %, după caz), se realizează (la o operaţie într-un singur stadiu) calităţi superioare ale produsului floculat.

Aplicarea flocülării selective în mai multe stadii (2—3) în cazul unei suspensii cu conţinut mai ridicat de solid (între 5—10 %) duce la eliberarea unei părţi din mineralul nefloculat antrenat în sediment, ceea ce înseamnă, în final, mărirea sensibilă a recuperării de mineral nefloculat.

În ceea ce priveşte raportul dintre componenţii minerali ai amestecului în suspensie, s-a constatat că creşterea (peste 20—30 %, după caz) a proporţiei de component floculabil duce la antrenarea în sediment a unei proporţii mai mari din componentul nefloculat şi, ca urmare,

la micșorarea recuperării acestuia din urmă în suspensia supranatantă.

În general, pentru un amestec de minerale dat, există o limită superioară a conținutului de solid în suspensie, precum și a raportului dintre componenții prezenți, pînă la care este posibilă realizarea unei separări eficiente, cu reactivii stabiliți.

În cazul creșterii peste o anumită limită (20—30 %) a proporției de component floculabil din amestecul în suspensie, s-a constatat că utilizarea unui floculant puternic (de greutate moleculară foarte înaltă) duce la antrenarea unei proporții ridicate de component nefloculat în flocoanele mari, pe care acest tip de floculant le produce. Prin utilizarea — în acest caz — de floculanți mai puțin eficace (de greutate moleculară moderată) care produc flocoane mai mici, se pot obține — la același conținut de solid în suspensie și la același raport al componenților minerali prezenți — condiții mai favorabile de separare.

Cercetările întreprinse arată perspectivele interesante pe care le prezintă procedeul floculării selective cu polimeri sintetici a minereurilor foarte fine, cu atît mai mult cu cît, pe de o parte, desfășurarea procesului respectiv avînd multe analogii cu flotația diferențială permite utilizarea vastei experiențe cîștigate în acest domeniu, iar pe de altă parte, aplicarea floculării selective, în afară de controlul strîns al unor parametri legați de interacțiunea mineral-reactiv, necesită folosirea unor utilaje nedificil de exploatat (tancuri de îngroșare, mai înalte și de diametre mai mici decît cele obișnuite, cu trecerea unui curent ascendent de apă de spălare prin fracțiunea floculată, în scopul realizării unei separări optime).

Utilizarea calculului variațional la determinarea parametrilor jgheaburilor transportoarelor cu raclete

Prof. dr. doc. ing. **I. Constantinescu**
Institutul de Mine Petroșani

I. Introducere

În abatajele lucrărilor miniere, datorită condițiilor specifice de muncă, nu se pot folosi mijloace obișnuite pentru transportarea materialelor exploatate. Astfel, în minele de cărbuni, cele mai răspîndite mijloace de transport, ce se folosesc în abataje, sînt transportoarele cu raclete.

Transportorul cu raclete realizează deplasarea materialului extras prin tîrîrea acestuia în niște jgheaburi metalice, lungi de la cîțiva metri pînă la 300 m, cu ajutorul unor raclete ce sînt antrenate de către unul sau două lanțuri care rulează în lungul jgheabului.

Lanțul cu raclete al transportorului este pus în mișcare de niște stele care sînt montate la capătul jgheaburilor și care, la rîndul lor, sînt acționate de un motor electric prin intermediul unui reductor.

Transportoarele cu raclete trebuie să prezinte o robustețe mare, volum mic și să lucreze, ca orice mașină, cu eficiență și randament maxim.

În această situație, pe lîngă condițiile de rezistență ce se impun lanțului cu raclete, trebuie acordată o atenție deosebită și jgheabului în care se deplasează materialul transportat.

Deoarece deplasarea materialului pe jgheab produce o frecare considerabilă, care influențează sensibil randamentul transportorului, studiului forțelor de frecare i se acordă mare atenție.

Pe de altă parte, datorită spațiului foarte restrîns din subteran în care lucrează aceste utilaje, se impune ca ele să prezinte o eficiență maximă la un volum minim.

În acest material vom analiza cîteva aspecte ale celor două probleme.

II. Alegerea formei optime a secțiunii jgheabului pentru care rezistența la deplasarea materialului este minimă

Se știe că în cazul transportoarelor cu raclete, o bună parte din puterea dezvoltată de motor este consumată pentru învingerea rezistențelor la deplasarea materialelor.

Se pune întrebarea dacă nu cumva există o secțiune optimă a jgheabului transportorului pentru care corespunde o rezistență minimă la deplasarea materialului. Problema are o deosebită importanță, deoarece prin micșorarea forței de rezistență la deplasarea materialului, numai în industria minieră s-ar obține economii de milioane de kilowat-ore energie electrică. Problema se poate formula în felul următor. Secțiunea jgheabului este determinată de axa Ox și o curbă oarecare (fig. 1). Este necesar să se determine forma curbei Ocb pentru care suma presiunilor materialului pe pereții jgheabului să aibă valoarea minimă.

În cazul unui coeficient de frecare constant dintre jgheab și materialul de transportat, această

problemă este echivalentă cu determinarea rezistenței minime la deplasare.

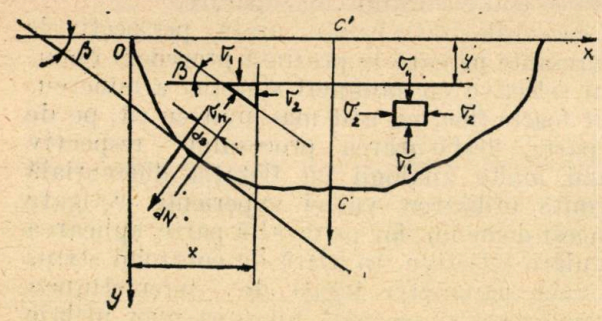


Fig. 1

Într-un punct oarecare al materialului apar eforturile orizontale și verticale date de relațiile :

$$\sigma_1 = \gamma y ; \quad \sigma_2 = \xi \gamma y$$

unde :

γ este greutatea specifică a materialului de transportat ;

ξ — coeficientul de presiune laterală care, pentru materialele pulverulente, este $\xi = 0{,}33$.

În cazul unei suprafețe înclinate cu un unghi β față de orizontală, efortul normal se determină cu relația :

$$\sigma_n = \sigma_1 \cos^2\beta + \sigma_2 \sin^2\beta = \sigma_1 (\cos^2\beta + \xi \sin^2\beta)$$

Presupunem că forma jgheabului este determinată de curba oarecare *ocb* și ne propunem să determinăm astfel forma acesteia, încît suma presiunilor materialului pe jgheab să fie minimă.

Deoarece rezistența la deplasare este produsul dintre suma presiunilor și coeficientul de frecare, rezultă că pentru o asemenea curbă corespunde o forță rezistentă minimă.

Pe elementul de curbă de lungime ds, înclinat cu un unghi β față de orizontală, acționează forța :

$$dN = \sigma_1 (\cos^2\beta + \xi \sin^2\beta)\, ds =$$
$$= \gamma y (\cos^2\beta + \xi \sin^2\beta) =$$
$$= \gamma y \cos^2\beta (1 + \xi \operatorname{tg}^2\beta)\, ds$$

Forța maximă de frecare a materialului pe jgheab va fi :

$$T = \gamma\mu \int_0^b y \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} \cdot dx \qquad (1)$$

unde :

μ este coeficientul de frecare,

Prin urmare, problema constă în a determina acea funcție $y = y(x)$ pentru care integrala (1) să aibă valoarea minimă.

Avem, de asemenea, în vedere faptul că suprafața secțiunii jgheabului, care determină debitul transportorului, este constantă, prin urmare și integrala care o determină :

$$A = \int_0^b y\, dx \qquad (2)$$

este constantă.

Întrucît jgheabul este simetric în raport cu axa verticală CC' (fig. 1), relațiile (1) și (2) devin :

$$T = 2\gamma\mu \int_0^{b/2} y \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} \cdot dx \qquad (3)$$

$$A = 2 \int_0^{b/2} y\, dx. \qquad (4)$$

După cum se știe din calculul variațional, pentru ca integrala (3) să aibă valoare minimă, în cazul cînd A este constant (vezi relația 2) este necesar să se determine integrala minimă cu relația :

$$J = \int_0^{b/2} \left(2\mu\gamma y \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} + 2\lambda y \right) dx = \int_0^{b/2} M\, dx \qquad (5)$$

unde :

$$M = 2\mu\gamma y \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} + 2\lambda y \qquad (6)$$

iar λ este o constantă nedeterminată.

Deoarece M nu depinde de x, rezultă că minimul integralei (5) este asigurat dacă M satisface ecuația :

$$M - y' \frac{\partial M}{\partial y'} = C \qquad (7)$$

unde C este o constantă.

În cazul nostru ecuația (7) ia forma :

$$y \left[\lambda + \mu\gamma \frac{1 + (2 - \xi) y'^2}{(1 + y'^2)^{3/2}} \right] = C_1 \qquad (8)$$

unde C_1 este o nouă constantă.

Cercetînd valorile posibile ale constantei C_1 și ale coeficientului lui y din ecuația (8), deducem că unica condiție care poate fi satisfăcută este :

$$\lambda + \mu\gamma \frac{1 + (2 - \xi)y'^2}{(1 + y'^2)^{3/2}} = 0$$

Rezolvăm această ecuație în raport cu y', iar rezultatul obținut se notează cu :

$$y' = \varphi(\lambda, \mu, \gamma, \xi) = m = \text{const.}$$

Deoarece λ, μ, γ și ξ sînt mărimi constante, rezultă că și $\varphi(\lambda, \mu, \gamma, \xi)$ este o mărime constantă, adică :

$$y' = \frac{dy}{dx} = \varphi(\lambda, \mu, \gamma, \xi) = m = \text{const.}$$

Prin urmare :

$$y = mx + C_2$$

Am obținut deci ecuația unei drepte care trece prin originea coordonatelor. Rezultă că cea mai avantajoasă secțiune a jgheabului este cea corespunzătoare unui triunghi isoscel (fig. 2).

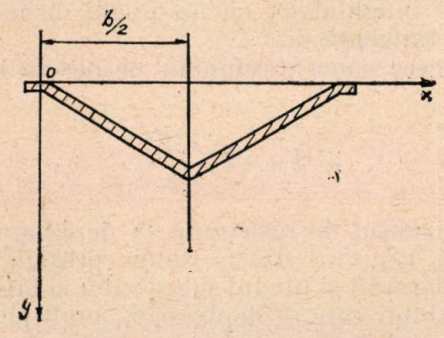


Fig. 2

În continuare vom determina unghiul optim β, care corespunde unei valori minime a rezistenței la deplasare.

Pentru $y' = \text{const.}$, din expresia (1) obținem :

$$T = \gamma\mu \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} \int_0^b y \, dx \qquad (9)$$

Acum vom determina valoarea minimă a expresiei (9), ca funcție de y'. În final rezultă :

$$\text{tg}\beta_1 = y' = \sqrt{\frac{1 - 2\xi}{\xi}} \qquad (10)$$

Se poate afirma că valoarea obținută pentru y' (din relația 10) corespunde valorii minime a funcției T (din relația 9). În continuare s-a calculat :

$$\frac{d^2T}{dy'^2} = 2\frac{2\xi^2 - 3\xi + 1}{\xi\left(\frac{1 - 2\xi}{\xi}\right)^{5/2}} \qquad (11)$$

Deoarece y', conform relației (10), corespunde minimului funcției (9), este necesar și suficient ca expresia (11) să fie pozitivă, ceea ce se obține dacă :

$$2\xi^2 - 3\xi + 1 > 0$$

de unde :

$$\xi < 0{,}5$$

În cazul materialelor pulverulente, după cum s-a arătat, coeficientul de presiune laterală îndeplinește această condiție. Pentru $\xi = \frac{1}{3}$, conform relației (10), obținem :

$$\text{tg}\,\beta_1 = 1; \qquad \beta_1 = 45°$$

În continuare ne propunem să cercetăm cum se modifică rezultatul obținut mai înainte, dacă presupunem că suprafața materialelor din jgheab nu este orizontală, ci are forma unui triunghi, ceea ce corespunde cazului real la transportoarele cu raclete (fig. 3).

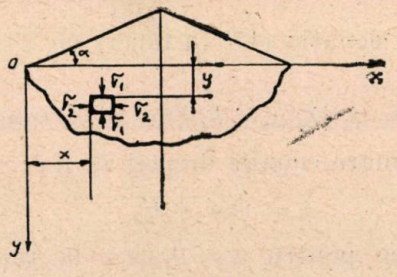


Fig. 3

Să scriem ecuația dreptei care limitează suprafața materialului în partea stîngă, adică $y = -Kx$.

Asupra unui punct oarecare de material vor acționa eforturile :

$$\sigma_1 = \gamma(y + Kx); \quad \sigma_2 = \xi\gamma(y + Kx)$$

În mod corespunzător relațiilor (3) și (4) avem :

$$T = 2\gamma\mu \int_0^{b/2} \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} (y + Kx) \, dx \qquad (12)$$

$$A = 2\int_0^{b/2} (y + Kx) \, dx \qquad (13)$$

Pentru simplificare vom introduce o nouă variabilă z:

$$z = y + Kx \tag{14}$$

Vom obține, în final, relațiile:

$$T = 2\gamma\mu \int_0^{b/2} \frac{1 + \xi(z' - K)^2}{\sqrt{1 + (z' - K)^2}} z\,dx \tag{15}$$

$$A = 2\int_0^{b/2} z\,dx \tag{16}$$

În mod analog cu relația (6), în acest caz obținem:

$$M = 2\mu\gamma \frac{1 + \xi(z' - K)^2}{\sqrt{1 + (z' - K)^2}} z + 2\lambda z$$

Înlocuind în (8), vom obține:

$$z\left\{\lambda + \mu\gamma \frac{1 + (2 - \xi)(z' - K)^2}{[1 + (z' - K)^2]^{3/2}}\right\} = C_1$$

Procedînd ca mai sus, obținem:

$$\lambda + \frac{1 + (2 - \xi)(z' - K)^2}{[1 + (z' - K)^2]^{3/2}} \gamma\mu = 0 \tag{17}$$

Rezolvăm ecuația (17) în raport cu z' și vom obține:

$$z' = \varphi_1(\lambda, \mu, \gamma, k, \xi) = m_1 = \text{const.}$$

Prin urmare ecuația dreptei va fi::

$$z = m_1 x + C_3$$

Deoarece pentru $x = 0$, $z = 0$, rezultă că și $C_3 = 0$.

Pe de altă parte, din relația (14) rezultă:

$$y' = z' - K = \text{const.}$$

deci relația (15) va lua forma:

$$T = 2\gamma\mu \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} \int_0^{b/2} z\,dx = \gamma\mu \frac{1 + \xi y'^2}{\sqrt{1 + y'^2}} \cdot A$$

Relația obținută este analogă cu (9); rezultă deci că și în acest caz secțiunea optimă a jgheabului este reprezentată printr-un triunghi isoscel (fig. 2) al cărui unghi de bază se determină cu relația (10).

Înlocuind, în expresia (9), valoarea lui y', obținem:

$$T = 2\gamma\mu A\sqrt{\xi(1 - \xi)}$$

Prin urmare, pentru jgheaburile cu secțiune triunghiulară coeficientul de rezistență este:

$$W' = \frac{T}{A\gamma} = 2\mu\sqrt{\xi(1 - \xi)}$$

care pentru: $\xi = \frac{1}{3}$

ne dă: $W' = 0{,}942\mu$

Pe baza celor expuse, putem face o comparație cu coeficientul de rezistență care corespunde jgheabului cu secțiune dreptunghiulară (fig. 4).

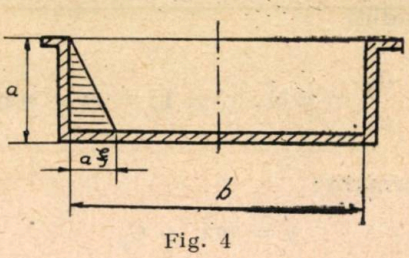


Fig. 4

În acest caz, presiunea pe fundul jgheabului va fi:

$$P_f = ab\gamma$$

Pe pereții laterali presiunea se distribuie după o lege triunghiulară, cu un unghi de înclinare a cărei tangentă este ξ.

De aceea suma presiunilor pe pereții laterali este:

$$P_l = 2\gamma \frac{a^2\xi}{2}$$

Coeficientul de rezistență la deplasare va fi egal cu raportul dintre suma presiunilor pe pereții laterali și fundul jgheabului și greutatea materialului care se deplasează, multiplicat cu coeficientul de frecare μ.

$$W'_d = \frac{P_f + P_l}{\gamma A} \cdot \mu = \left(1 + \frac{a\xi}{b}\right)\mu$$

Raportul coeficienților W' și W'_d va fi:

$$\frac{W'}{W'_d} = \frac{2\sqrt{\xi(1 - \xi)}}{1 + \frac{a\xi}{b}}$$

Numeric acest raport nu depășește unitatea pentru toate valorile lui ξ, iar numitorul este întotdeauna mai mare ca unitatea.

Astfel, pentru $\xi = 0{,}33$ și $\frac{a}{b} = 0{,}6$, rezultă $\frac{W'}{W'_d} = 0{,}785$, iar pentru secțiunea pătrată a jgheabului $\frac{W'}{W'_d} = 0{,}710$.

Rezistența la deplasarea materialului se micșorează deci cu 22—29 % prin utilizarea unor jgheaburi triunghiulare ; cu același raport se va micșora și puterea necesară motorului de antrenare.

III. Alegerea formei secțiunii jgheabului transportorului cu raclete pentru care corespunde o greutate minimă

Deoarece în figurile geometrice suprafața apare ca un pătrat a unor dimensiuni liniare, atunci lățimea sa poate fi exprimată astfel :

$$S = K\sqrt{A} \qquad (18)$$

unde A este suprafața secțiunii jgheabului.

Pentru jgheaburi geometric simetrice, coeficientul K poate avea valori constante.

Prin alegerea rațională a formei jgheabului, coeficientul K poate fi minim.

Greutatea jgheabului se determină, evident, din lățimea desfășurată a jgheabului, iar debitul transportorului depinde de suprafața secțiunii sale.

Utilizînd calculul variațional s-ar putea pune problema determinării unei curbe care să treacă prin punctele date de coordonatele : $x_1 = 0$, $y_1 = 0$ și $x_2 = b$, $y_2 = 0$ unde b este cea mai mare lățime a jgheabului (fig. 5) și care, pentru această lățime, să aibă cea mai

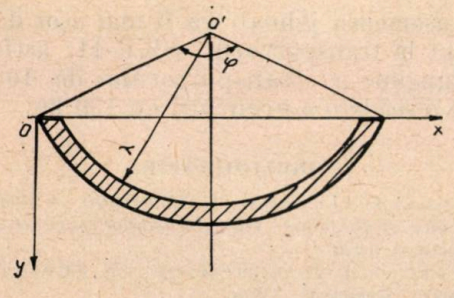


Fig. 5

mare suprafață a secțiunii, cu alte cuvinte să determinăm maximul integralei care determină secțiunea jgheabului.

$$A = \int_0^b y\,dx \qquad (18)$$

știind că :

$$S = \int_0^b \sqrt{1 + y'^2}\cdot dx \qquad (19)$$

Pentru rezolvarea acestei probleme, utilizînd proprietățile calculului variațional, determinăm maximul integralei :

$$I = \int_0^b [y + \lambda\sqrt{1 + y'^2}]\,dx$$

unde λ este o constantă nedeterminată.

Notînd :

$$V = y + \lambda\sqrt{1 + y'^2}$$

obținem :

$$Y_y = \frac{\partial V}{\partial y} = 1\,; \quad Y_{y'} = \frac{\partial V}{\partial y'} = \frac{\lambda y'}{\sqrt{1 + y'^2}}$$

Valoarea maximă a integralei (18) se va determina acum din condiția :

$$Y_y - \frac{dY_{y'}}{dx} = 0$$

adică :

$$1 - \lambda\frac{d\left(\frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}}\right)}{dx} = 0$$

În această ecuație variabilele se pot separa. După integrare vom obține :

$$x + C_1 = \frac{\lambda y'}{\sqrt{1 + y'^2}}$$

$$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{x + C_1}{\sqrt{\lambda^2 - (x + C_1)^2}}$$

Aici variabilele se pot, de asemenea, separa. După integrare vom avea :

$$y + C_2 = -\sqrt{\lambda^2 - (x + C_1)^2}$$

sau :

$$(x + C_1)^2 + (y + C_2)^2 = \lambda^2$$

Aceasta este ecuația unui cerc de rază λ, coordonatele centrului fiind $-C_1$ și $-C_2$.

Prin urmare, forma optimă a secțiunii jgheabului este cea a unui segment de cerc, avînd suprafața (fig. 5) :

$$A = \frac{\lambda^2}{2}(\varphi - \sin\varphi)$$

sau, avînd în vedere că unghiul central al segmentului este $\varphi = \frac{S}{\lambda}$, vom avea :

$$A = \frac{1}{2}\left(S\lambda - \lambda^2 \sin\frac{S}{\lambda}\right)$$

Pentru a determina raza segmentului pentru care suprafaţa va avea valoarea maximă, va trebui să obţinem maximul funcţiei :

$$\frac{dA}{dx} = \frac{1}{2}\left(S - 2\lambda \sin\frac{S}{\lambda} + S\cos\frac{S}{\lambda}\right) = 0$$

sau, după unele transformări :

$$\cos\frac{S}{2\lambda}\left(S\cos\frac{S}{2\lambda} - 2\lambda\sin\frac{S}{2\lambda}\right) = 0$$

Rădăcina cea mai mică a acestei ecuaţii se determină din condiţia $\cos\frac{S}{2\lambda} = 0$ de unde $\lambda = \frac{S}{\pi}$, adică forma optimă a jgheabului, pentru care corespunde greutatea minimă pentru o secţiune dată, este un semicerc.

Pentru această formă a secţiunii, lăţimea desfăşurată a jgheabului se determină din condiţia :

$$A = \frac{S\lambda}{2} = \frac{S^2}{2\pi}$$

de unde :

$$S = \sqrt{2\pi A} = 2{,}50\sqrt{A} \qquad (20)$$

Totuşi, executarea şi exploatarea unor jgheaburi semicirculare este practic destul de dificilă. De aceea ne propunem a determina greutatea minimă a tipurilor de jgheaburi utilizate la transportoarele cu raclete uşoare (fig. 6).

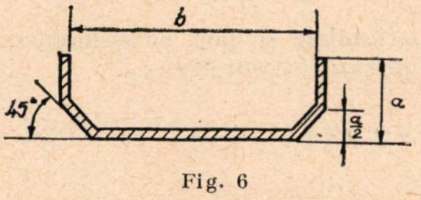


Fig. 6

Dîndu-se lăţimea desfăşurată a jgheaburilor, vom determina dimensiunile sale a şi b pentru care suprafaţa secţiunii sale este maximă.

Suprafaţa secţiunii jgheabului, redată în figura 6, va fi :

$$A = ab - \frac{a^2}{4}, \qquad (21)$$

iar lungimea sa desfăşurată :

$$S = b + a\sqrt{2}$$

Înlocuind valoarea lui S în relaţia (21), obţinem :

$$A = a(S - a\sqrt{2}) - \frac{a^2}{4}$$

Determinăm maximul acestei funcţii :

$$\frac{dA}{da} = S - a\left(2\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) = 0$$

de unde :

$$a = \frac{S}{2\sqrt{2} + \frac{1}{2}} = 0{,}3\,S; \qquad b = 0{,}575\,S$$

Înlocuind în expresia (21), avem :

$$A_1 = \left(0{,}3 \cdot 0{,}575 - \frac{0{,}3^2}{4}\right) S = 0{,}15\,S \qquad (22)$$

De exemplu, dacă considerăm un jgheab avînd lăţimea desfăşurată de 712 mm, obţinem o suprafaţă a secţiunii de $A = 765$ cm^2.

Se ştie însă că pentru aceeaşi lăţime desfăşurată, jgheabul transportorului SKR-11 are secţiunea de 693 cm^2; deci, utilizînd calculele de mai sus, obţinem un spor de 10 % a secţiunii jgheabului.

Dacă păstrăm secţiunea jgheabului existentă la transportoarele cu raclete SKR-11, folosind relaţia (22) putem determina lungimea desfăşurată :

$$S = \sqrt{\frac{A_1}{0{,}15}} = 68 \text{ cm}$$

iar coeficientul K :

$$K = \frac{S}{\sqrt{A_1}} = 2{,}58$$

Un asemenea jgheab va fi mai uşor decît cel existent la transportorul SKR-11, astfel încît la o lungime a transportorului de 100 m se obţine o scădere a greutăţii cu 150 kg.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinescu, I. *Contribuţii la studiul cinematicii şi dinamicii transportoarelor cu raclete.* Teză de doctorat, 1970

[2] Marian, I. *Transport minier.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1965.

[3] Stokman, I. G. *Prorinosti i dolgovoinosti tiagovth organov.* Nedra, Moskva, 1967

[4] Stokman, I. G. *Dinamika tiagovth tepei rudnicinth konveierov.* Ugletehizdat, Moskva, 1959.

[5] Snovedskii, E. M. *Particularităţile calculului dinamic al transportoarelor cu raclete cu variaţia în trepte a încărcării.* Gornii Jurnal, nr. 4, 1965.

[6] Smirnov, V. K. *Distribuţia eforturilor în lanţuri la transportoarele cu raclete cu lanţuri duble.* Probleme de transport minier (culegere de articole), nr. 7, 1963 Moscova.

[7] Francis, S. T. ş.a. *Mechanical vibration.* Boston, 1963.

[8] Smirnov, V. K. *Jgheaburi speciale la transportoare continue.* Glückauf, 22 iunie 1966.

[9] Lavrentiev, M. A. *Curs de calcul variaţional.* Ed. tehnică, 1955.

[10] Vin A. Tong *Theory of Mechanical Vibration.* New-York, London 1962.

[11] Cyril M Harvic, Charles E. Crede *Socuri şi vibraţii.* Vol. I, II şi III, Ed. tehnică, Bucureşti, 1968–1969

Experimentarea consolidării nisipurilor acvifere în vederea traversării lor cu lucrări miniere

Ing. **V. Rebeleanu** I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca
dr. chim. **Gy. Farkas** I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca
ing. **L. Szucs** I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca
dr. ing. **I. R. Bally** I.C.H. București
ing. **R. Klein** I.C.H. București
ing. **N. Colțan** I.M. Sălaj

I. Introducere

Asigurarea economiei naționale cu materii prime și a independenței României din punct de vedere energetic, conform Directivelor Congresului al XII-lea al P.C.R., au determinat, pe lîngă creșterea adîncimii de exploatare la minele existente, și extinderea exploatării în condiții de zăcămînt mai dificile, caracterizate de multe ori prin aceea că sînt situate sub nivelul hidrostatic. Deschiderea unor astfel de zăcăminte impune, frecvent, executarea de lucrări miniere (puțuri, galerii sau plane înclinate) prin formațiuni necoezive și acvifere. Traversarea unor astfel de formațiuni este dificilă, periculoasă sau chiar imposibilă prin procedee obișnuite. Unul din procedeele speciale este consolidarea prealabilă a nisipurilor, în vederea traversării lor cu lucrări miniere.

Procedeul consolidării și impermeabilizării unor formațiuni necoezive este cunoscut de mai multă vreme în tehnica construcțiilor civile [1], dar în industria minieră a fost întrebuințat în cazuri izolate. În ultimul timp acest procedeu a cunoscut o dezvoltare mare [2—4, 8—10], atît ca urmare a creșterii frecvenței lucrărilor executate în condiții dificile, cît și datorită dezvoltării chimiei, care a pus la dispoziție lianți cu proprietăți foarte diversificate, capabili să pătrundă în roci cu permeabilitate scăzută, realizînd rezistențe mari și a căror timpi de priză pot fi reglați după necesitate.

Întrucît frecvența lucrărilor miniere care vor traversa formațiuni acvifere necoezive va crește, consolidarea apare ca o problemă foarte importantă pentru industria minieră de la noi din țară; în unele cazuri poate constitui singura tehnologie care va permite punerea în exploatare a zăcămintelor de substanțe minerale utile.

În acest articol vom prezenta experiența consolidării prealabile a nisipurilor acvifere, în vederea traversării lor cu un plan înclinat la Intreprinderea minieră Sălaj.

II. Condițiile geologico-minere și proprietățile fizico-chimice ale nisipului acvifer

Stratul de nisip acvifer ce trebuia traversat de un plan înclinat se găsea situat între 17 și 23 m de la suprafață, cantonat în marne nisipoase.

Înclinarea planului fiind de 15°, acesta era afectat de formațiunea acviferă pe o lungime de 41 m.

Din probele de nisip colectate a rezultat că 10 % din nisip are granulometrie mai mică de 0,2 mm, 68 % între 0,2 și 0,3 mm, 20 % între 0,3 și 0,5 mm și 2 % mai mare de 0,5 mm.

Această granulometrie situează nisipul respectiv în clasa nisipului fin și mijlociu. Permeabilitatea determinată este cuprinsă între 1 și 3,5 darcy, iar porozitatea nisipului este de circa 35 %.

Apa din spațiul interstițial are $pH = 7—7{,}3$, duritate 20,38°, $Ca^{2+} = 99{,}20$ mg/l, $Mg^{2+} = 27{,}96$ mg/l.

Rezultă că apa este slab mineralizată, cu duritate medie, iar valoarea pH-ului este în domeniu neutru.

Presiunea apei în stratul de nisip acvifer este de circa 10 mm coloană apă. Debitul de apă înregistrat la filtrele penetrante, executate în vatra planului înclinat, a variat între 80 și 100 l/min.

Analizînd, pe baza experienței cîștigate pînă în prezent de specialiștii de la I.M. Sălaj, posibilitățile de traversare a acestui nisip acvifer, a rezultat că prin procedee obișnuite executarea lucrării este imposibilă.

III. Alegerea lianților

Industria chimică ne oferă în prezent o mulțime de lianți cu proprietăți foarte variate care pot fi utilizați în consolidarea rocilor.

Majoritatea lianților fiind chimic activi, alegerea lor trebuie făcută în corelație cu proprietățile chimice ale mediului de consolidat [10], acordîndu-se atenție componenților care influențează procesul de consolidare, putînd accelera, întîrzia sau chiar împiedica priza.

De asemenea, proprietățile fizice ale mediului de consolidat (permeabilitatea, granulometria și porozitatea) sînt factori importanți în alegerea lianților. Limitele de penetrabilitate, funcție de granulometria și permeabilitatea terenului, au fost studiate [2, 10], de unde a reieșit că nisipul de la I. M. Sălaj, cu permeabilitatea de 3,5 darcy, este situat în categoria nisipurilor care pot fi consolidate numai cu ajutorul lianților stabili cu viscozitate mică.

Cercetările efectuate în laborator au confirmat această ipoteză și din mulțimea lianților testați s-au reținut, pentru a fi experimentați în exploatare, următorii:

1 — rășină TERCON AF-802;
întăritor IAF;
2 — silicatul de sodiu;
întăritor — acetatul de etil;
agent tensioactiv — acvafil.

Rășina TERCON AF-802 este o rășină carbamidică modificată și cetonică, cu densitatea de 1,133 g/cm³ și viscozitatea de 15—20 cP. În funcție de dozajul întăritorului, timpul de gelifiere variază de la 5 min la circa 3 ore.

Silicatul de sodiu constituie sursa de silice (liantul) care se întărește în prezența acetatului de etil. Pentru ca cei doi componenți să fie compatibili, s-a adăugat un agent tensioactiv care este acvafilul. Pentru ca silicatul de sodiu, care are densitatea cuprinsă între 1,35 și 1,38 g/cm³ și viscozitatea de 20—40 cP, să se întărească și să prezinte stabilitate corespunzătoare în timp [5], trebuie ca modulul (raportul molar al cantităților SiO_2 și NaO_2) să fie mai mare de 3.

Acești lianți satisfac condițiile impuse [4], respectiv: au viscozitate mică, după consolidare sînt stabili, prezintă siguranță în manipulare, sînt compatibili cu mediul de consolidat, se produc sau se pot produce în țară.

Rezistența la compresiune a nisipului consolidat cu rășina TERCON, în laborator, a fost de circa 90 daN/cm², față de 30 daN/cm² cît s-a înregistrat la utilizarea silicatului de sodiu.

În ceea ce privește timpul de gelifiere, rășina TERCON prezenta o elasticitate mai mare, putînd fi reglată în funcție de necesitate.

Costurile consolidării cu cele două variante au fost apropiate.

Întrucît rășina TERCON se putea produce într-o singură șarjă, s-au întîmpinat greutăți în ceea ce privește stocarea (ținînd cont de faptul că era necesară o cantitate de circa 300 t) și consumarea ei în timpul de garanție. Ca urmare a acestui incovenient s-a decis ca experimentările să înceapă cu rețeta a doua, a cărei componenți se găsesc în țară în producția curentă.

IV. Tehnologia consolidării

Avînd în vedere că stratul de nisip acvifer este situat la adîncime mică, la stabilirea tehnologiei de consolidare s-a ținut cont de acest factor și s-a decis ca injectarea lianților în stratul acvifer, în vederea consolidării, să se efectueze în găuri forate de la suprafață.

Pentru forarea găurilor s-a utilizat foreza SG-300.

Schema finală de amplasare a găurilor, stabilită pe baza observațiilor și încercărilor, este prezentată în figura 1; din această schemă

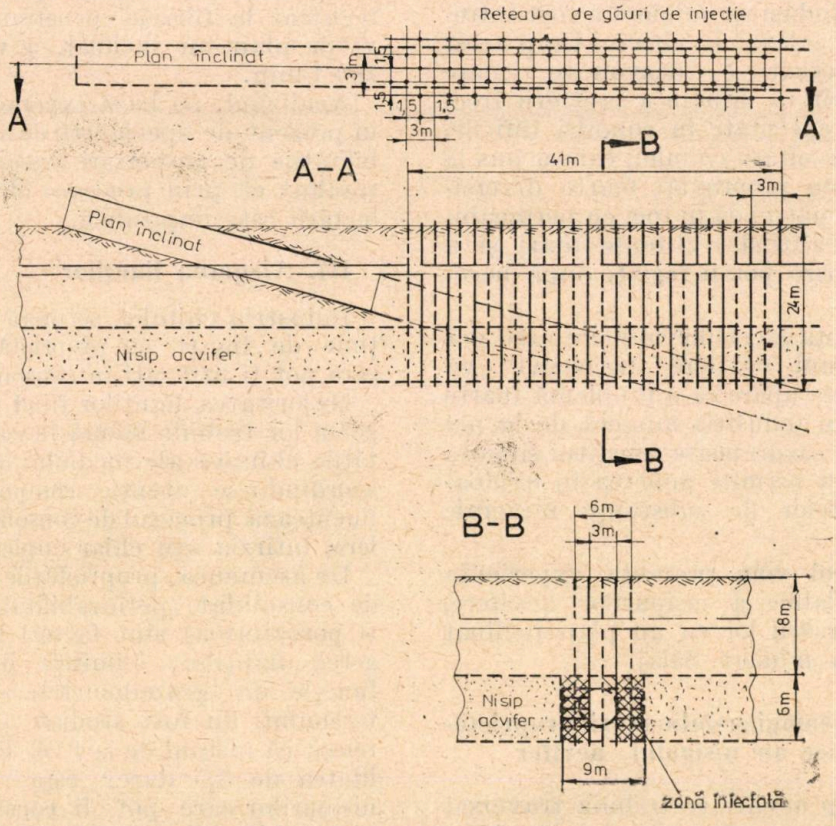


Fig. 1. Schema amplasării găurilor de injecție

rezultă că găurile sînt dispuse în eșichier pe cinci rînduri, distanța între rînduri fiind de 1,5 m, iar între găurile aceluiași rînd de 3 m.

Forarea și echiparea găurilor pentru injectare

Găurile se forează cu foreza de diametru 89 mm, pînă se traversează complet stratul de nisip acvifer, plus circa 1 m în culcușul stratului, avînd astfel lungimea de circa 24 m.

Gaura forată se spală cu apă și apoi, prin coloana de prăjini, se pompează în talpa găurii, pînă se umple gaura, un amestec preparat din 125 kg apă, 100 kg ciment, 15 kg bentonită și 6 kg silicat de sodiu.

Se extrage apoi coloana de prăjini din gaură și se scufundă în amestecul descris mai sus o coloană din material plastic, închisă la partea inferioară, care se îmbină la gura găurii și se umple cu apă, în vederea scufundării mai ușoare.

Partea inferioară a coloanei, poziționată în stratul de nisip acvifer, este formată din tuburi de polietilenă, prevăzută cu grupuri de orificii din 30 în 30 cm, acoperite cu manșete de cauciuc, iar restul coloanei, pînă la suprafață, este formată din tuburi PVC cu diametrul de 60 mm.

Coloana de tubaj din material plastic este prezentată în figura 2, iar tehnologia de echipare a găurii în figura 3.

Gaura astfel echipată se lasă o perioadă de cel puțin 10 zile pentru întărirea amestecului descris mai sus și care, în continuare, o să-l numim „teacă". După 10 zile teaca are o rezistență la compresiune de circa 15—16 daN/cm², iar după 28 zile atinge rezistența la compresiune de circa 25 daN/cm².

După forarea unui grup de găuri care a format un tronson de 15 m a început operația de injectare.

2. *Injectarea liantului în formațiunea acviferă*

L i a n t u l este un amestec de trei componenți în următoarele proporții :

— silicat de sodiu, 100 l;
— acvafil soluție 10 %, 10 l;
— acetat de etil, 20 l.

Silicatul de sodiu utilizat este de tip SE, are densitatea de 1,35—1,38 g/cm³ și modulul trebuie să fie de minim 3; cu cît modulul are valoare mai ridicată, cu atît silicatul este mai activ, iar timpul de priză se reduce.

Acetatul de etil are rolul de întăritor; se adaugă uneori în rețetă pînă la 30 l la 100 l silicat, în scopul reducerii timpului de priză și pentru creșterea rezistenței liantului. Adăugarea acetatului de etil în exces se face în cazuri excepționale deoarece are prețul cel mai ridicat din componenții rețetei.

Acvafilul în soluție de 10% are rolul de a preveni separarea acetatului de etil de silicatul de sodiu.

P r e g ă t i r e a l i a n t u l u i În ordinea prezentată în rețetă, se pompează componenții liantului într-un recipient de 200 l, echipat cu un agitator tip PE/U cu o turație de 750 rot/minut. Rezervorul este prevăzut, la par-

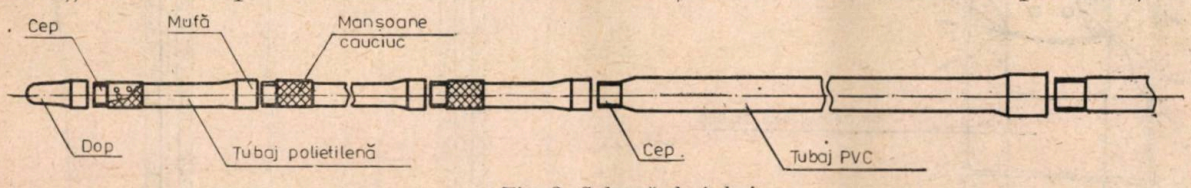


Fig. 2. Coloană de tubaj

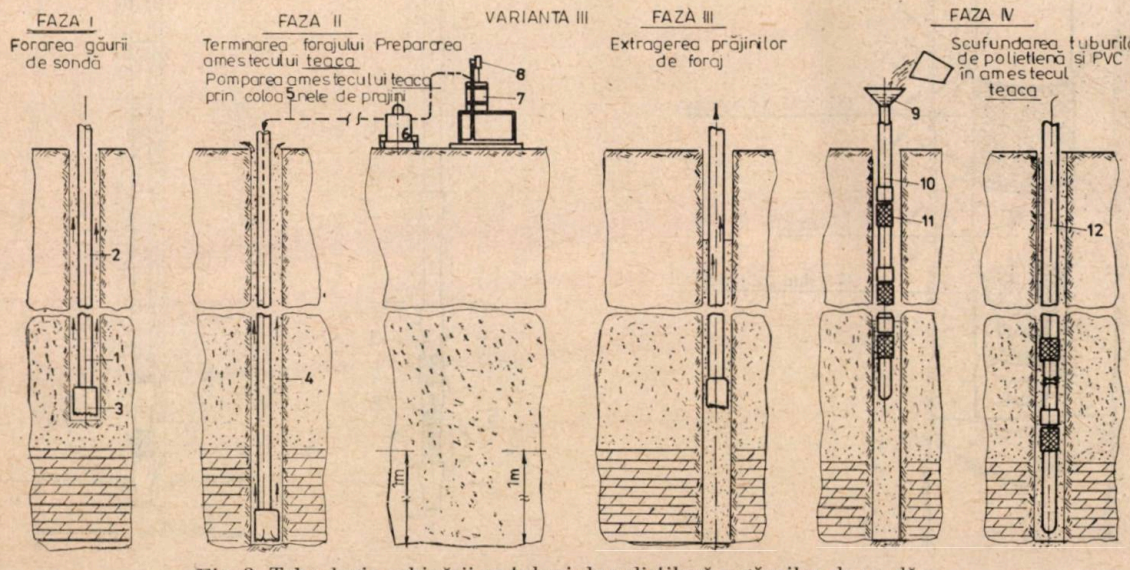


Fig. 3. Tehnologia echipării cu tuburi de polietilenă a găurilor de sondă :

1 — prăjini de foraj Ø50; *2* — noroi de foraj; *3* — sapă de foraj; *4* — amestec teacă; *5* — furtun; *6* — pompă NHSZ-6; *7* — rezervor 200 l; *8* — agitator; *9* — pîlnie; *10* — tub polietilenă Ø 50; *11* — manșon de cauciuc; *12* — tub PVC tip G Ø60.

tea inferioară, cu un ventil și un furtun de cauciuc.

După agitarea componenților, timp de 1—2 min, se obține un amestec omogen, se deschide ventilul și liantul se evacuează în rezervorul pompei. Liantul se pregătește în cantități de maximum 130 l pentru a evita creșterea viscozității, respectiv întărirea lui în instalațiile de injectare.

I n j e c t a r e a Înainte de începerea operației de injectare se curăță gaura de eventualele impurități și se introduce în gaura tubată o coloană de injecție prevăzută cu dublu obturator (fig. 4). Coloana de injecție se racordează la pompă, iar obturatorul se poziționează în partea inferioară a stratului de nisip acvifer și

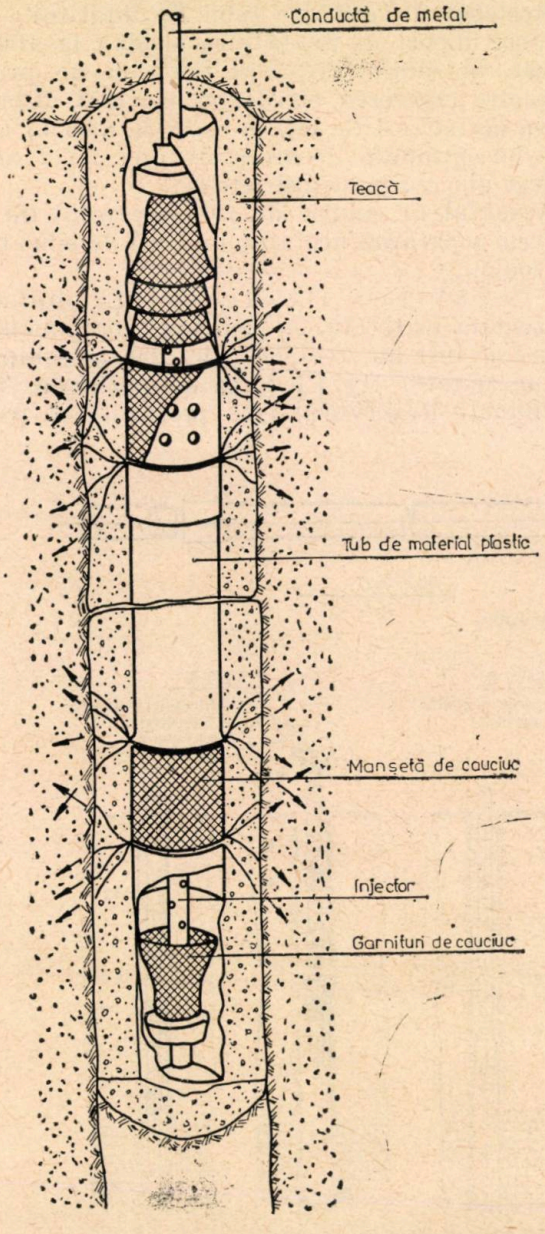


Fig. 4. Gaură tubată cu tuburi cu manșetă echipată cu tijă de injectare cu dublu obturator autoblocant.

se injectează în prima fază apă pînă la spargerea tecii.

Spargerea tecii este sesizată prin scăderea bruscă a presiunii înregistrată la manometrul pompei.

După ce teaca s-a spart, continuă injectarea cu liantul pregătit prin procedeul descris mai sus.

Pentru injectarea liantului în strat s-au utilizat următoarele pompe :

— pompa ZMP-III tip Hanny care poate realiza o presiune de pînă la 100 atm și un debit de pînă la 1 000 l/h ;

— pompa APM-1 cu posibilitatea de-a realiza presiuni pînă la 3,5 atm și debit pînă la 6 000 l/h.

În vederea consolidării, în strat s-a pompat liant la un debit de circa 600—700 l/h, înregistrîndu-se presiuni de 15—20 atm.

În perioada experimentării s-a constatat că nu este indicată creșterea debitului peste această valoare, întrucît liantul migrează pe căi preferențiale și nu realizează impregnarea corespunzătoare.

Sensul de injectare s-a ales ascendent în cinci trepte (fig. 5). Pe fiecare treaptă s-a injec-

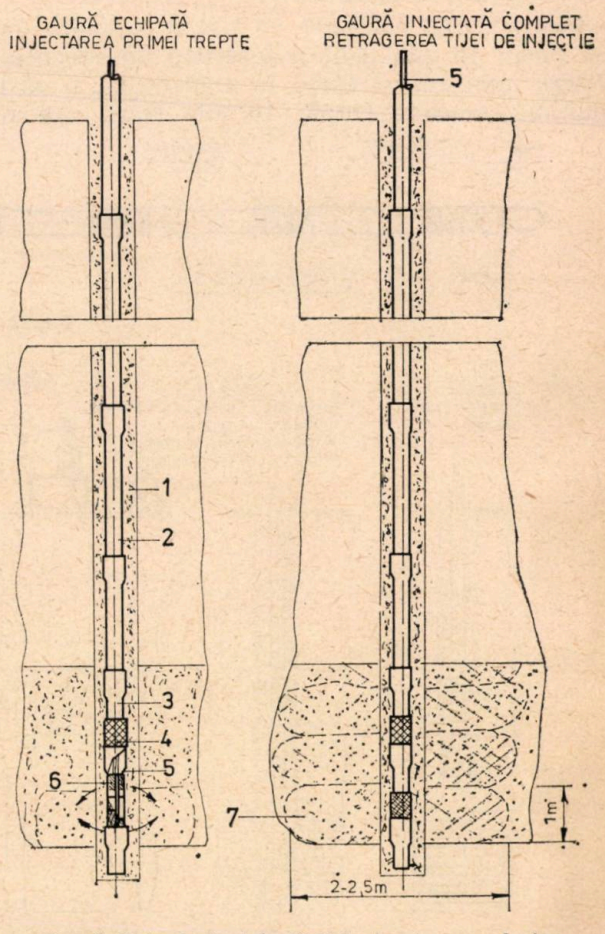


Fig. 5. Tehnologia injectării în trepte ascendente :
1 — teacă ; *2* — țeavă PVC ∅50 ; *3* — tubaj polietilenă ; *4* — manșetă de cauciuc ; *5* — tijă de injecție ; *6* — garnituri de etanșare ; *7* — zonă injectată.

tat pînă la concurența cantității de 1 700 l liant. Injectarea a fost întreruptă, fără a atinge această cantitate, la creșterea presiunii peste 30 atm, la debitul de 500 l/h sau cînd au apărut scurgeri de liant în găurile vecine sau planul înclinat.

S-au înjectat în primul rînd găurile laterale prin procedeul descris mai sus, iar apoi găurile centrale. Această ordine de injectare previne migrarea liantului în zonele laterale care nu interesează a fi consolidate.

Procedeul de echipare a găurii cu tuburi cu manșetă prinse în teacă are avantajul că injectarea poate fi reluată în oricare din găuri, în caz de necesitate.

V. Eficiența consolidării

Eficiența consolidării nisipului acvifer s-a verificat inițial prin găuri de foraj executate la distanța de 1—1,5 m de gaura consolidată din care s-au colectat carote. S-a constatat că în cazul găurilor singulare se găsesc porțiuni consolidate, alternînd cu zone neconsolidate. Probele colectate din găurile de foraj au înregistrat o rezistență la compresiune de $\sigma_c = 40$ daN/cm².

S-a presupus că în condițiile în care injectarea se efectuează printr-un sistem de găuri într-o ordine care elimină posibilitatea migrării liantului pe căi preferențiale se produce o consolidare mai omogenă; această ipoteză s-a verificat la săparea planului înclinat prin formațiunea acviferă.

La săparea planului înclinat în locul nisipului acvifer s-a interceptat o rocă consolidată, practic impermeabilă, cu rezistențe mecanice variabile, în funcție de distanța de la gaura injectată și de permeabilitatea nisipului acvifer. Valoarea rezistenței la compresiune a nisipului consolidat, recoltat la săparea planului, a variat între 10 și 30 daN/cm².

Ca urmare a greutăților întîmpinate la săparea planului înclinat cu ciocanul de abataj, s-a recurs la folosirea explozivilor. Ulterior tăierea cu exploziv a fost interzisă pentru prevenirea fisurării peretelui consolidat, care ar putea periclita securitatea lucrării miniere.

Se menționează că scopul pentru care s-a făcut consolidarea, respectiv realizarea unei roci stabile prin care să se poată executa planul înclinat fără dificultăți, a fost atins în întregime.

În figura 6 este prezentat frontul format din nisip acvifer consolidat în care s-a executat săparea planului înclinat, fără să fie necesară bandajarea frontului sau a pereților laterali la susținerea provizorie prin cintre metalice. Susținerea definitivă a constat din zidărie continuă care a urmat frontul la un decalaj de maximum 4 m.

VI. Aprecieri economice

În structura prețului consolidării, valoarea lianților intră cu cea mai mare pondere. Astfel, dacă costul consolidării în condițiile și tehnologia descrisă este de circa 900 lei/m³, liantul participă la această valoare cu circa 700 lei/m³. Analizînd în continuare valoarea liantului, pe componenții rețetei, rezultă că :

— acetatul de etil participă cu circa 600 lei/m³;

— silicatul de sodiu participă cu circa 90 lei/m³;

— diverse materiale cu circa 10 lei/m³.

Din analiza prezentată rezultă importanța alegerii celor mai economici lianți din clasa lianților care satisfac condițiile impuse de proprietățile fizico-chimice ale nisipului acvifer. Pe de altă parte, se desprinde importanța conti-

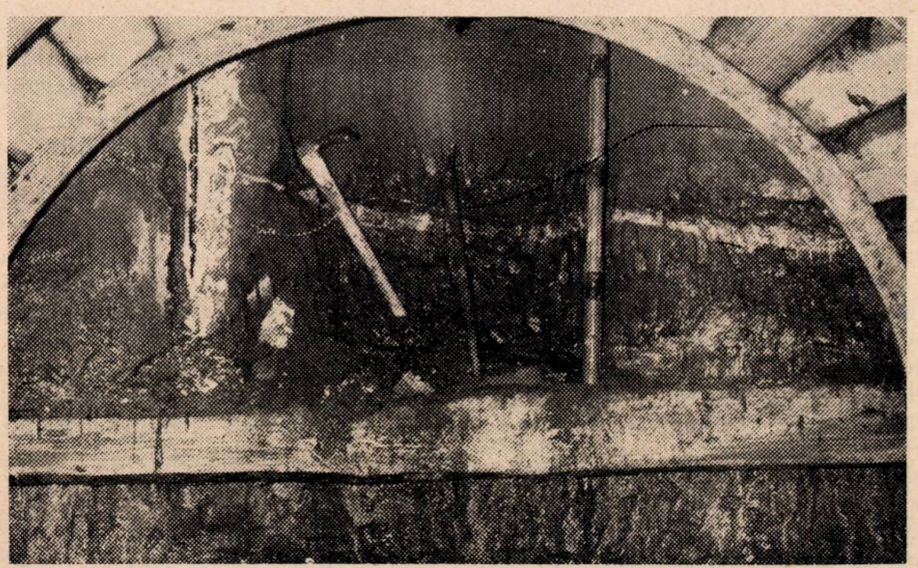


Fig. 6. Front de lucru consolidat.

nuării investigaţiilor pentru găsirea unor întăritori mai ieftini ai silicatului de sodiu (ca de ex. sărurile de amoniu, oxalaţii etc.), în vederea creşterii eficienţei economice a procedeului care va fi solicitat, din ce în ce mai mult, odată cu deschiderea unor noi cîmpuri miniere.

Concluzii

1. Scopul pentru care s-a executat consolidarea prealabilă a nisipului acvifer a fost atins în întregime, putîndu-se executa lucrarea minieră în condiţii de securitate.

2. Procedeul asigură atragerea în circuitul economic a unor substanţe minerale utile situate în condiţii grele de zăcămînt.

3. Pentru consolidarea formaţiunilor acvifere s-au folosit numai lianţii care se fabrică în ţară.

4. Procedeul asigură obţinerea unor rezistenţe mecanice corespunzătoare.

5. În vederea reducerii costului consolidării, se impune continuarea investigaţiilor pentru înlocuirea acetatului de etil — componentul cel mai scump al reţetei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Neumann, H. *Die Entwiecklung der injectionstechnik.* Erzmetal, nr. 1, 1972, pag. 16—25.

[2] Cambefort, H. *Injection des sols.* Eyrolles, Paris, 1967, Vol. 1, pag. 6—50; vol. 2, pag. 11—127.

[3] Bally, R. şi Klein, R. *Fluide de injecţie pe bază de geluri de silice cu reactivi organici pentru injectarea nisipurilor în tehnica construcţiilor din România.* Hidrotehnica, nr. 7, 1979, pag. 148.

[4] Rebeleanu, V. ş.a. *Experimentarea consolidării nisipurilor acvifere cu răşini sintetice la zăcămîntul de nisip cuarţos de la Valea Sibiciului.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 9, 1978, pag. 411.

[5] Klein, R. şi Bally, R. *Injectarea nisipurilor cu geluri de silice pe bază de reactivi organici în România.* Hidrotehnica, nr. 9, 1979, pag. 201—202.

[6] * * * *Traversarea straturilor de nisip acvifer cu lucrări miniere la obiectivul Valea Sibiciului, utilizînd procedeul de consolidare a nisipului prin substanţe chimice.* Studiu I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca, 1977.

[7] Nasonov, I. D., Mitrakov, V. I. *Himiceskoe upracinenie mælkoporistîh i tonkopeşcinovatîh parod v gornostroitelnoi praktike.* Şohtnoe Stroitelstvo, nr. 10, 1972, pag. 23—26.

[8] Timofeev, O. V., Selehov I. G. *Uprocinenie ugolnovo masiva smolizaşciei pri provedenii vîrabotok.* Şahtnoe Stroitelsvo, nr. 4, 1972, pag. 13—15

[9] Butenko, I. T. ş.a. *Himiceskii sposob uprocinenia porod v ociistnîh zaboiah ugolnîh şaht.* Ed. Tehnica, Kiev, 1978, pag. 7—10.

[10] Reuter, F. *Verfestigungen und Abdichtungen durch Injektionen Lehre und Forschung an der Bergakademie Freiberg.* Neue Bergbautechnik, nr. 7, 1977, pag. 475 şi 477.

Transmiterea orientării cu control în subtean utillzînd două fire lestate pe un puţ vertical

Ing. **Al. Biriescu**
Centrala sării şi nemetaliferelor Bucureşti

1. La transmiterea orientării în subteran pe un puţ vertical, prin procedee clasice, firele lestate în subteran au fost întotdeauna considerate pe verticala locului. Aceasta a condus frecvent la necorelarea subteranului cu suprafaţa, fapt constatat cu ajutorul giroscopului [1]. La operaţia de transmitere în teren, cu ajutorul a două sau trei fire lestate, puţul respectiv a trebuit să fie oprit pentru un interval de 3—8 ore. Personalul minim necesar pentru lucru a fost de 11. Aparatura necesară se compunea din două teodolite, două trepiede speciale pentru alinierea pe firele lestate şi două dispozitive cu scale gradate pe care se citeau pendulaţiile firelor, respectiv scale reticulare, confecţionate de firmele constructoare de aparate geodezice, montate în ocularele lunetelor. În cele ce urmează se descrie un nou procedeu de transmitere a orientării în subteran în care se elimină, în mare parte, aparatura de lucru şi personal executant, precum şi nesiguranţa asupra poziţiei firelor lestate în subteran.

2. Se preconizează ca firele *1; 2*, care se lestează pe puţ, să fie plasate între glisierele extreme *G* şi pereţii puţului, ca în figura 1. Lesturile ce se fixează pe fire sînt indicate în tabelul 1. În această situaţie, circulaţia pe puţ nu este cu nimic stînjenită şi, ca atare, operaţia de transmitere a orientării se poate efectua în timpul lucrului normal în mină. Personalul necesar se reduce la trei, iar aparatura de lucru constă dintr-un singur teodolit şi o ruletă metalică, respectiv o stadie verticală metalică [2]. În privinţa veracităţii orientării introduse, aceasta este dependentă de situarea firelor *1; 2* faţă de verticala locului în subteran. Această situare se poate depista cu ajutorul unor relaţii în care intră diverse unghiuri măsurate la suprafaţă şi în subteran.

Pentru ca firele lestate pe puț să poată servi, totodată, și la operația de măsurare a poziției glisierelor față de verticala locului, firele se vor plasa în punctele *1′—2′*, respectiv *1″—2″*.

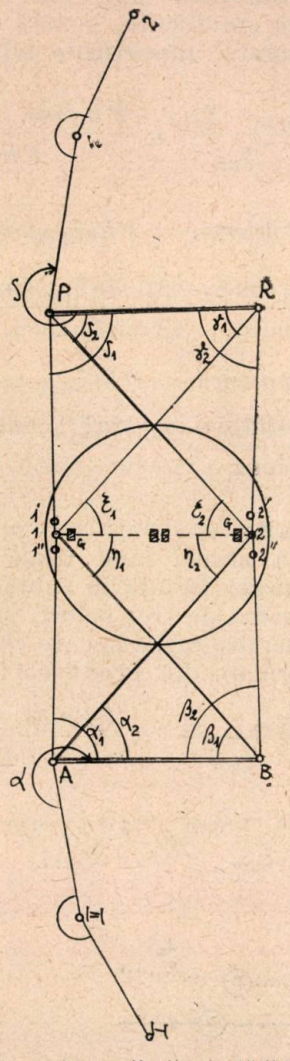


Fig. 1. Schema transmiterii orientării în subteran :
1; 1′; 1″; 2; 2′; 2″ — pozițiile firelor 1; 2 lestate pe puț; *G*—glisierele extreme

2.1. Procedeul inițiat constă din două patrulatere, *A—B—2—1*, la suprafață, și *P—R—2—1*, în subteran, care au latură comună dreapta d_{12} ce unește cele două fire lestate pe puț.

Orientarea bazei din subteran θ_{PR}, funcție de orientarea bazei de la suprafață θ_{AB}, se realizează prin intermediul unora din unghiurile măsurate la suprafață și subteran (α_2, β_1 γ_1, δ_2) și a unghiurilor determinate (η_1, η_2, ξ_{1sb}, ξ_{2sb}):

$$\theta_{PR} = \theta_{12sp} - \xi_{1sb} + \gamma_1 \qquad (1)$$

$$\theta_{PR} = \theta_{12sp} + \xi_{2sb} - \delta_2 \qquad (2)$$

unde :

$$\theta_{12} = \theta_{AB} + \beta_1 - \eta_1 = \theta_{AB} - \alpha_2 + \eta_2$$

Tabelul 1

Caracteristicile firului		STAS 893-54			STAS 893-72		
		Sarcina admisibilă (greut. lest) în kg pentru coef. de siguranță fir = 2					
Diametrul, mm	alungirea a 1 m la sarcina 1 kg, mm	Calitatea (marca) oțelului					
		RS	RM	RR	RS	RM	RR
0,5	0,250	16	21	26	16,6	20,5	24,5
0,6	0,178	24	29	37	24,0	29,0	34,6
0,8	0,100	42	50	65	41,4	50,3	60,3
0,9	0,078	49	63	81	51,9	63,0	75,6
1,0	0,064	60	78	98	62,8	76,5	92,2
1,2	0,044	85	107	135	87,5	107,3	129,9
1,4	0,032	111	146	177	119,3	146,3	177,1
1,6	0,025	140	185	220	150,7	185,9	221,1
1,8	0,020	178	228	280	190,5	228,6	279,4
2,0	0,016	204	275	335	227,5	266,9	337,5
2,2	0,013	247	322	397	275,5	323,0	399,0
2,5	0,010	320	405	515	343,7	405,0	497,0
2,8	0,008	370	492	630	431,2	508,2	616,0

RS — rezistență scăzută
RM — rezistență medie ;
RR — rezistență ridicată.

Din relațiile de mai sus reiese că problema este rezolvată cînd se cunosc unghiurile η_1, η_2, ξ_{1sb}, ξ_{2sb}.

Valorile unghiurilor η_1, η_2 se determină cu relațiile :

$$\eta_1 + \eta_2 = \alpha_2 + \beta_1 \qquad (3)$$

$$\operatorname{tg}\frac{\eta_1 - \eta_2}{2} = \operatorname{tg}\frac{\alpha_2 + \beta_1}{2}\operatorname{ctg}(\varphi + 50^g) \qquad (4)$$

unde :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)\sin\beta_1 \sin(\alpha_2 + \beta_2)}{\sin(\beta_2 - \beta_1)\sin\alpha_2 \sin(\alpha_1 + \beta_1)}$$

și se verifică cu relațiile :

$$\sin\eta_1 = \frac{\sin\alpha_2 \sin(\alpha_1 + \beta_1)\sin(\beta_2 - \beta_1)}{\sqrt{\sin^2\beta_1 \sin^2(\alpha_2 + \beta_2) + \sin^2\beta_2 \sin^2(\alpha_1 + \beta_1) - 2\sin\beta_1 \sin(\alpha_2 + \beta_2)\sin\beta_2 \sin(\alpha_1 + \beta_1)\cos(\alpha_1 - \alpha_2)}} \qquad (5)$$

$$\sin\eta_2 = \frac{\sin\beta_1 \sin(\alpha_2 + \beta_2)\sin(\alpha_1 - \alpha_2)}{\sqrt{\sin^2\beta_1 \sin^2(\alpha_2 + \beta_2) + \sin^2\beta_2 \sin^2(\alpha_1 + \beta_1) - 2\sin\beta_1 \sin(\alpha_2 + \beta_2)\sin\beta_2 \sin(\alpha_1 + \beta_1)\cos(\alpha_1 - \alpha_2)}} \qquad (6)$$

Valorile unghiurilor ξ_1, ξ_2 din subteran se obţin din cinci perechi de relaţii în care intră elemente de la suprafaţă şi din subteran, pe care le notăm $\xi_{1\,sp}$, $\xi_{2\,sp}$, din care indicăm numai cîte una :

$$\sin \xi_{1\,sp} = \frac{PR \sin\delta_2 \sin(\gamma_2 - \gamma_1) \sin(\alpha_2 + \beta_2) \sin\eta_1}{AB \sin\alpha_2 \sin(\beta_2 - \beta_1) \sin(\gamma_2 + \delta_2)} \tag{7}$$

$$\sin \xi_{2sp} = \frac{PR \sin\gamma_1 \sin(\delta_1 - \delta_2) \sin(\alpha_1 + \beta_1) \sin\eta_2}{AB \sin\beta_1 \sin(\alpha_1 - \alpha_2) \sin(\gamma_1 + \delta_1)} \tag{8}$$

Totodată, unghiurile ξ_1, ξ_2 din subteran se determină numai din elemente din subteran şi le notăm cu ξ_{1sb}, ξ_{2sb} :

$$\xi_{1sb} + \xi_{2sb} = \gamma_1 + \delta_2 \tag{9}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\xi_{2sb} - \xi_{1sb}}{2} = \operatorname{tg} \frac{\gamma_1 + \delta_2}{2} \operatorname{ctg} (\varphi + 50^g) \tag{10}$$

unde :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sin(\gamma_1 + \delta_1) \sin\delta_2 \sin(\gamma_2 - \gamma_1)}{\sin(\delta_1 - \delta_2) \sin\gamma_1 \sin(\gamma_2 + \delta_2)}$$

2.2. Cercetările întreprinse pe o serie de sisteme au arătat :

● în modelele simulate analitic $\xi_{1sb} = \xi_{1sp}$, respectiv $\xi_{2sb} = \xi_{2sp}$, întrucît există perfectă corelare între baze, unghiurile măsurate (simulat) sînt reale şi fără erori de măsurare propriu-zise şi sînt eliminate necorelările dintre baze şi unghiuri (provenite din erorile de centrare a teodolitului în punctele A, B, P, R) şi de măsurare a bazelor AB, PR;

● în modelele simulate măsurate în teren $\xi_{1\,sb} \neq \xi_{1\,sp}$, respectiv $\xi_{2\,sb} \neq \xi_{2\,sp}$, fapt provenit din : erori de măsurare propriu-zise ale unghiurilor din sistem, erori de necorelare dintre unghiuri şi baze datorate erorii de centrare a teodolitului în punctele A, B, P, R, necorelare directă dintre baze provenite din erorile de măsurare a distanţelor AB, PR.

Pe baza celor specificate, rezută că în toate sistemele măsurate, raporturile adimensionale

$$\frac{\xi_{1\,sb} - \xi_{1\,sp}}{\xi_{1\,sb}}, \quad \frac{\xi_{2\,sb} - \xi_{2\,sp}}{\xi_{2\,sb}}, \quad \frac{PR\,mas. - PR\,determ.}{PR\,măs.}$$

unde :

$$PR\,determ. = PR(\xi_{1\,sb}) =$$

$$= \frac{AB \sin\alpha_2 \sin(\beta_2 - \beta_1) \sin\xi_{1\,sb} \sin(\gamma_2 + \delta_2)}{\sin\eta_1 \sin(\alpha_2 + \beta_2) \sin\delta_2 \sin(\beta_2 - \beta_1)}$$

$$PR\,determ = PR(\xi_{2\,sb} =$$

$$= \frac{AB \sin\beta_1 \sin(\alpha_1 - \alpha_2) \sin\xi_{2sb} \sin(\gamma_1 + \gamma_1)}{\sin\eta_2 \sin(\alpha_1 + \beta_1) \sin\gamma_1 \sin(\delta_1 - \delta_2)}$$

au valori diferite, dar care nu pot depăşi o anumită limită atunci cînd firele *1*; *2* sînt situate pe verticala locului în subteran. Pentru a nu se ţine seama de trei valori, s-a imaginat utilizarea a două diagrame în care cea din figura 2 are axele formate din produsele :

$$\frac{\xi_{1\,sb} - \xi_{1\,sp}}{\xi_{1\,sb}} \times \frac{\xi_{2\,sb} - \xi_{2\,sp}}{\xi_{2\,sb}} \times \frac{PR măs. - PR determ.}{PR\,măs.}$$

şi

$$\frac{\xi_{1\,sb} - \xi_{1\,sp}}{\xi_{1\,sb}} \times \frac{\xi_{2\,sb} - \xi_{2\,sp}}{\xi_{2\,sb}}$$

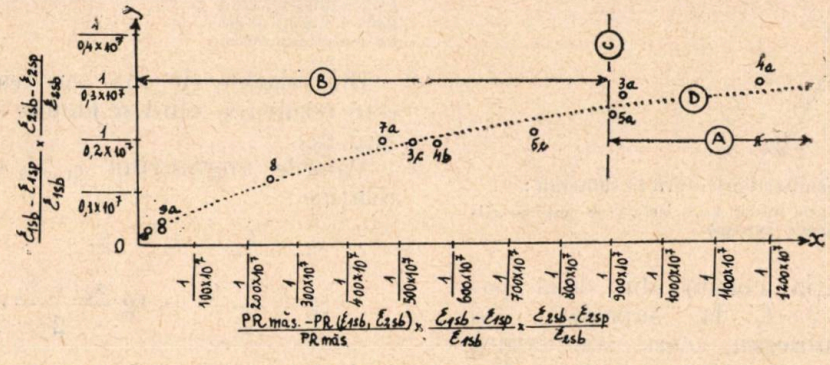


Fig. 2. Măsurători de transmitere a orientării în subteran reprezentate în jurul unei curbe exponenţiale :

A — zona în care firele *1, 2* sînt situate pe verticală locului în subteran şi asigură o precizie de determinare a orientării de 50^{cc}; *B* — zona în care firele *1, 2* nu sînt situate pe verticala locului sau dacă se găsesc pe aceasta elementele de teren sînt insuficiente şi defectuos culese (*7a*, 8, 9 *a*); *C*—limita dintre zonele *A* şi *B* şi are valoarea de circa 50^{cc}; *D* — curba exponenţială de forma $y = k \cdot e^{\frac{1}{x}}$

şi care conduce la repartizarea sistemelor din tabelul 2, în jurul unei curbe exponenţiale de forma $y = ke^{\frac{1}{x}}$.

În această diagramă a fost posibilă delimitarea unei precizii de circa 50^{cc} la transmiterea orientării în subteran şi corespunde valorilor $x = \frac{1}{900 \times 10^7}$ şi $y = \frac{1}{0{,}25 \times 10^7}$. Sistemele

în care se obţin valori ale lui x şi y peste cele indicate nu se iau în considerare şi, ca atare, se repetă măsurătorile în teren, nu însă înaintea luării unor măsuri suplimentare : verificarea şi rectificarea centrării optice a teodolitului, măsurarea temperaturii la măsurarea bazelor, măsurarea tensiunii de întinderea ruletelor, mărirea lesturilor pe fire, acoperirea vaselor în care sînt scufundate lesturile firelor cu pînii special construite în vederea îndepărtării stropilor de apă, oprirea aerajului mecanic al minei la măsurarea unghiurilor în subteran (max. 25 min) atunci cînd nu este periclitată securitatea minei.

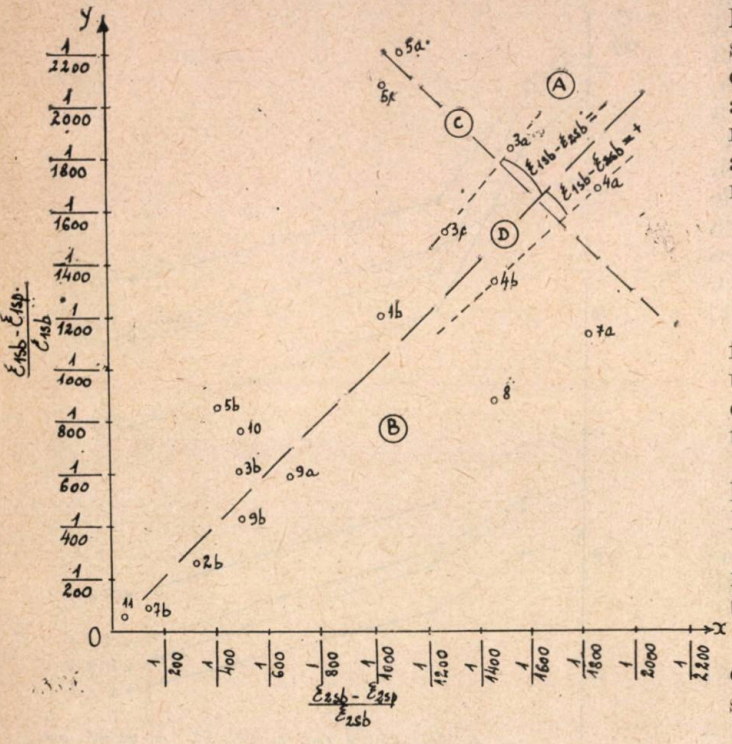


Fig. 3. Măsurători de transmitere a orientării în subteran reprezentate de o parte şi alta a unei drepte de referinţă :

A — zona în care firele *1, 2* sînt situate pe verticala locului în subteran şi asigură o precizie de determinare a orientării de 50^{cc} ;

B — zona în care firele *1;2* nu sînt situate pe verticala locului sau, dacă se găsesc pe aceasta, elementele de teren sînt insuficiente şi defectuos culese (*7a*, *8*, *9 a*) ; *C* — limita dintre zonele *A* şi *B* şi are valoarea de circa 50^{cc} ; *D* — dreapta de referinţă trasată la 50^{g} faţă de axele de coordonate *x*, *y*.

Concluzii

1. Procedeul descris oferă posibilitatea verificării poziţiei firelor lestate în subteran şi, ca urmare, dă indicaţii certe asupra valabilităţii operaţiei de transmitere a orientării în subteran.

2. Dă posibilitatea verificării poziţiei glisierelor faţă de verticală, prin simpla situare a firelor corespunzătoare şi acestui scop.

3. Face posibilă efectuarea operaţiei de transmitere, fără oprirea circulaţiei pe puţ, respectiv fără oprirea producţiei minei respective.

4. Operaţia de transmitere a orientării se execută cu personal redus ca număr şi cu un singur teodolit.

BIBLIOGRAFIE

[1] Zodieru, Al. *Determinarea orientărilor în bazinele miniere cu giroscopul Wild GAK-1.* Buletin de topografie minieră, nr. 4, 1967.

[2] Biriescu, Al. *Procedeu de măsurare a distanţelor şi diferenţelor de nivel cu ajutorul stadiei verticale metalice* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 11, 1980.

Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie (II)

Prof. dr. ing. **I. D. Păreălăbescu** şi asist. chim. **F. Manea**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

În prima parte a acestei problematici, publicată în revista Mine, Petrol şi Gaze [8], am abordat posibilitatea îndepărtării suspensiilor coloidale din apele de injecţie, pentru gama de temperaturi cuprinse între 30 şi 60°C. Ni s-a părut indicat să abordăm aceeaşi problematică şi pentru gama de temperaturi 0—30°C, mai ales că la temperaturi scăzute (0—10°C) staţiile de preparare a apei pentru injecţie lucrează un număr însemnat de zile, în perioada lunilor noiembrie-martie.

În datele prezentei lucrări sînt incluse patru ape, distincte de cele din lucrarea [8] în ce priveşte compoziţia chimică, conţinutul de suspensii coloidale şi conţinutul de materie organică, aşa cum se ilustrează în tabelul 1.

Prima probă, provenită din zăcămîntul oligocen din structura petroliferă Geamăna, este o apă de tip bicarbonat de sodiu, are un conţinut de suspensii coloidale şi prezintă şi un conţinut neneglijabil de materie organică, deoarece la separare nu s-a putut îndepărta total ţiţeiul din apă.

A doua probă este apă de rîu ce se aduce în staţia de preparare a apei ; proba a avut un foarte ridicat conţinut de particule minerale, fiind colectată în luna octombrie.

A treia probă este apa ieşită din staţia de preparare, ea prezintă un conţinut ridicat de sodiu pentru că a fost tratată cu hexametafosfat de sodiu, şi mai conţine totuşi o cantitate de suspensii coloidale pentru că staţia de

preparare, prin procedeul folosit, nu poate realiza o îndepărtare adecvată a suspensiilor coloidale.

A patra probă este apa ieșită din stația de preparare și ajunsă la cea mai îndepărtată sondă de injecție de pe structură, loc pînă unde reușește să adauge și un conținut de hidroxizi de fier, ca rezultat al acțiunii corozive a apei, pentru că apa este nestabilă față de materialul feros al conductei de distribuție a apei, nestabilitate dată de faptul că pH-ul apei de injecție este net distinct de pH-ul saturației la echilibru. pH-ul apei de injecție avea mărimea 7,9, în timp ce pH-ul saturației la echilibru, calculat după metodologia din lucrarea [1] măsura :

$$pH_s = f_1(t) - f_2(Ca^{2+}) - f_3(alc.) + f_4(S) =$$

$$= 1{,}9 - 1{,}76 - 1{,}3 + 10{,}44 = 9{,}28$$

unde :

$f_1(t)$ este funcția de temperatură a apei;
$f_2(Ca^{2+})$ — funcția conținutului în apă a cationului calciu ;
f_3(alc.) — funcția alcalinității apei ;
f_4 (S) — funcția conținutului total de săruri ale apei.

Diferența dintre mărimea reală măsurată a pH-ului apei de injecție și pH-ul saturației la echilibru se numește indice de saturație :

$$I = pH - pH_s$$

și, din punctul de vedere al mărimii indicelui de saturație, apa de injecție poate depune carbonatul de calciu pe peretele materialului tubular feros, cînd I este pozitiv ; în situația că I este negativ, apa are o accentuată activitate corozivă.

Prin faptul că apa de zăcămînt este de tip bicarbonat de sodiu, că pentru comparație și urmărirea influenței temperaturii trebuia plecat de la un același nivel, ținîndu-se seamă de timpul optim de tratare a apei, indicat [8] la 6 ore și de influența raportului Ca^{2+}/Al^{3+} asupra reducerii conținutului de suspensii coloidale [8], s-a procedat (fig. 1) la determinarea, ca punct de legătură cu lucrarea anterioară, a conținutului de suspensii coloidale la temperatura de 30°C, menținînd timpul de limpezire și raportul dozelor Ca^{2+}/Al^{3+} cele indicate în figura 1, urmărindu-se doar influența temperaturii la punctele caracteristice ale structurii apei pure, cele de la 0°C și 4°C, precum și un punct intermediar, 10°C, pînă la punctul de 30°C, cu care s-a început cercetarea din lucrarea [8].

Datele din figura 1 pun în evidență o înrăutățire a îndepărtării suspensiilor coloidale din apele de injecție, prin reducerea temperaturii sistemului pe care-l prelucrăm. O primă observație este aceea că prin creșterea conținutului de $Ca(OH)_2$ are loc o reducere a suspensiilor coloidale din apele tratate, explicată [8] prin faptul că ridicarea concentrației de $Ca(OH)_2$

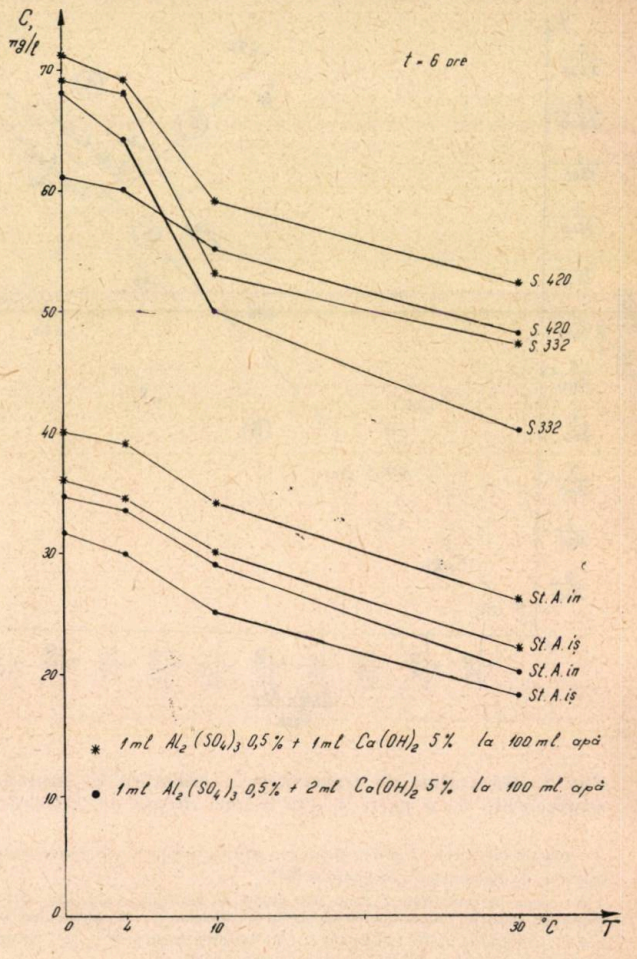


Fig. 1. Dependența conținutului de suspensii coloidale, funcție de temperatură.

ajută coagularea coloidală, atît prin efectul de schimb ionic, cît și prin faptul că prin ridicarea pH-ului soluției are loc formarea mai completă a $Al(OH)_3$, elementul activ al limpezirii apei :

$$Al_2(SO_4)_3 + 3\ Ca(OH)_2 = 2\ Al(OH)_3 + 3\ CaSO_4$$

Mecanismul schimbului ionic [2, 5, 6, 7] și cel de precipitare coloidală [1, 3, 8] sînt funcție, atît de natura și proprietățile particulelor coloidale, cît și de proprietățile structurale ale apelor ce conțin aceste particule [4].

Particulele coloidale nu se depun sub influența forței gravitaționale, ele rămîn în apă în suspensie, în stare dispersă. Dacă dimensiunile acestor particule nu depășesc 3—4 microni, în lucrarea [8] s-a arătat, prin stereomicrofotografia prezentată, că aceste particule se înscriu în această gamă, atunci ele se află într-o continuă mișcare browniană. Aceste particule coloidale [8] sînt cristalitele minerale-

lor argiloase de interstratificaţia mixtă illit-clorit-montmorillonit, clorit-montmorillonit, illit-montmorillonit, care sînt structuri cristaline neechilibrate electric, au un exces de sarcini negative. Aceste particule coloidale, care în modelul din figura 2 formează nucleul, prezintă particularitatea că posedă o polaritate

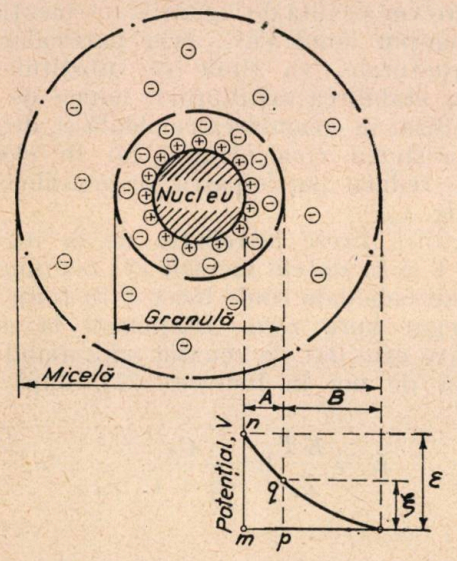


Fig. 2. Modelul distribuţiei de potenţial electric în micelă.

accentuată, fapt ce determină includerea în nucleu şi pe nucleu a unor ioni aflaţi în apă, astfel că în jurul nucleului cu ionii fixaţi de el, ca rezultat al forţelor electrostatice, se distribuie ionii de semn contrar, denumiţi contraioni. Parte din contraioni se află în contact direct, neseparabil, şi se mişcă împreună cu nucleul, formînd stratul de adsorbţie *A*. Nucleul, împreună cu stratul de adsorbţie, formează granula. Numărul şi natura contraionilor aflaţi în stratul adsorbit nu reuşesc să compenseze sarcinile electrice ale nucleului, mai ales atunci cînd nu s-a determinat doza optimă a raportului Ca^{2+}/Al^{3+}, indicată în lucrarea [8], şi de aceea granula posedă un anumit grad de încărcare electrică, iar în jurul granulei apare stratul de difuzie *B*, în care se află ceilalţi contraioni care tind să compenseze sarcina particulei. Contraionii din stratul de difuzie se află sub influenţa a două sarcini contrare : pe de o parte ei sînt reţinuţi de sarcinile electrice ale granulei, iar pe de altă parte ei tind să se disperseze sub influenţa mişcării browniene. Drept rezultat al acţiunii acestor forţe, contraionii din stratul de difuzie au concentraţia cea mai mare în vecinătatea granulei, iar pe măsura îndepărtării de granulă concentraţia contraionilor scade. Granula, împreună cu stratul de difuzie, formează o micelă. Distribuţia de potenţial electric în micelă este redată în figura 2. Potenţialul la limita nucleului poartă denumirea de potenţial termodinamic sau ε potenţial, iar potenţialul la limita stratului de adsorbţie este denumit potenţial electrocinetic sau ξ potenţial.

Tabelul 1

Analize chimice

Apa din	$Na^+ + K^+$		Ca^{2+}		Mg^{2+}		Fe^{2+}		Cl^-		SO_4^{2-}		HCO_3^-		Tipul de apă	Particule minerale	Materie organică
	mgr.e/l	ρ%e	mgr.e/l	ρ%e	mgr.e/l	ρ%e	mgr.e/l	ρ%e	mgr.e/l	ρ%e	mgr.e/l	ρ%e	mgr.e/l	ρ%e		mgr/l	mgr/l
Oligocen, sonda 332	971,1	81,37	3,4	0,285	0,90	0,075	12,0	1,0	201,1	16,85	0,025	0,0021	4,8	0,40	bicarbonat de sodiu	89,5	90,9
Rîu	521,7	98,74	2,6	0,491	0,479	0,09	0,0	0,0	0,777	0,146	0,377	0,0713	2,7	0,51	apă de rîu	4242,0	0,0
Staţia de apă ieşire	1565,0	99,52	2,6	0,165	0,400	0,0254	0,0	0,0	0,874	0,055	0,514	0,0326	3,0	0,19	apă tratată	143,0	0,0
Sonda 420, de injecţie	1798,0	99,37	2,8	0,155	0,400	0,0221	3,0	0,165	0,777	0,429	0,617	0,034	3,7	0,20	apă tratată	199,0	0,0

Forţele de respingere reciprocă, care creează mişcarea browniană, depind de mărimea ξ potenţialului, deoarece particulele se deplasează menţinînd totuşi stratul de adsorbţie. În mod experimental s-a stabilit că ξ potenţialul particulelor coloidale variază în limitele 0,05—0,1 volţi. Pentru ca forţele atracţiei reciproce dintre particule să poată să depăşească pe cele electrostatice de respingere , ξ potenţialul sistemului trebuie să fie mai mic de 0,03 volţi. La un ξ potenţial mai mic de 0,03 volţi, particulele care se izbesc, drept rezultat al mişcării browniene, se pot uni şi se formează agragate mai mari, care intră sub incidenţa forţei gravitaţionale şi pot cădea la baza vasului.

Reducerea ξ potenţialului se obţine prin mărirea concentraţiei în apă a electrolitului, iar apropierea de starea izoelectrică a sistemului, cînd coagularea va avea loc în modul cel mai intensiv, se poate atinge numai prin stabilirea dozei optime a raportului Ca^{2+}/Al^{3+}, care este specifică fiecărui tip de apă mineralizată trecută la prelucrare [8].

Cercetări asupra substituirii ionilor [2, 5, 6, 7] au pus în evidenţă mai multe legităţi, care vor fi prezentate.

Una din ele se formulează astfel : elementele chimice cu raze ionice similare şi, preferabil, dar nu totdeauna necesar, de aceeaşi sarcină ionică, se înlocuiesc reciproc în reţelele cristaline polare. Frecvente sînt, în condiţiile zăcămintelor de hidrocarburi fluide [9], şi substituirile Li^+ cu Al^{3+}, Be^{2+} cu Si^{4+}, Ta^{5+} şi Ba^{2+} cu K^+. În aceste cazuri prevalează legitatea prin care ionul cu potenţialul ionic mai ridicat şi cu raza ionică mai mică este preferat de reţeaua cristalină.

O altă legitate a schimbului ionic, de care trebuie ţinut seamă, este următoarea : doi ioni de aceeaşi valenţă A şi B, ionul A fiind mult mai hidratabil decît ionul B ; în ipoteza că rămîn invariabile celelalte condiţii fizico-chimice, ionul A trece mai repede în soluţia apoasă exterioară, unde sînt condiţii mai adecvate pentru hidratarea lui, în timp ce ionul B este împins în reţeaua polară în compensare. Scara de hidratabilitate a principalilor ioni din reţelele polare şi din apele de injecţie cercetate este : $Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > Fe^{2+}$. În tabelul 2 se

Tabelul 2

Parametri structurali

Elementul chimic	Raza ionică ρ, Å	Potenţialul ionic $\pi = \frac{\text{valenţa}}{\text{raza ionică}}$
Na^+	1,012	1,0
Ca^{2+}	1,051	1,90
Mg^{2+}	0,78	2,56
Fe^{2+}	0,83	2,41
Al^{3+}	0,55	5,45

redau cei doi parametri fundamentali ρ şi π ai unor ioni întîlniţi în acest proces de îndepărtare a suspensiilor coloidale din apele de injecţie.

Reţelele cristaline polare, care formează nucleul modelului din figura 2, în principal montmorillonitele, au în interplanele de stratificaţie ionii schimbabili Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} Fe^{2+} ş.a., care vor asculta de legităţile sus-menţionate. De exemplu ionul Ca^{2+}, prin particularităţile lui structurale, va tinde să substituie Na^+, pînă la stabilirea echilibrului ionic ; de aceea este utilizat în coagularea coloidală şi, de aceea, prin creşterea concentraţiei lui în electrolit [8], se reduce participarea suspensiilor coloidale (fig. 1).

Se ridică firesc întrebarea de ce în datele figurii 1 şi în datele lucrării [8] conţinutul de suspensii coloidale tinde încet şi în timp foarte îndelungat spre zero. Răspunsul la această întrebare este dat de ecuaţia schimbului ionic, propusă de noi în lucrarea [7], după care :

$$E = \frac{KT}{Z_+'} \ln \frac{C_2}{C_1 + C_2}\Big|_{P=ct}$$

unde :

E este energia schimbului ionic, V ;
K — constanta lui Boltzmann ;
T — temperatura absolută a sistemului ;
Z_+ — sarcina electrică a cationului ;
C_1 şi C_2 — concentraţiile cationului în cele două faze (solidă şi fluidă) în contact ;
P — presiunea din sistem.

Se observă că la tendinţa de egalizare a concentraţiilor aceluiaşi ion energia de schimb ionic tinde asimptotic spre o mărime, cînd T şi P sînt constante.

Cum în apa de injecţie şi în particulele coloidale se află nu număr însemnat de ioni la diferite concentraţii, cum aceşti ioni se substituie după legităţile enunţate anterior, se poate intui că starea de echilibru din sistemul acesta complex şi eterogen reclamă, pentru stabilizare, un timp foarte îndelungat. De aceea în lucrarea [8] ne-am preocupat să includem în procesul de îndepărtare a suspensiilor coloidale şi parametrul timp de limpezire, alături de raportul concentraţiilor ionilor folosiţi în procesul de limpezire a apei, cărora le-am asociat, în cele două lucrări, influenţa deosebită a temperaturii sistemului în lucru.

La temperaturi scăzute energia de schimb ionic este redusă, consecinţă a acesteia şi mişcarea browniană este redusă, ca atare cele două elemente de bază ale coagulării coloidale prezintă influenţe reduse, de unde şi îndepărtarea particulelor coloidale este redusă şi limpezirea apei decurge foarte greu.

În figura 1 se observă dependenţe distincte ale variaţiei concentraţiilor de suspensii coloidale cu mărimea temperaturii sistemului.

Parametrul $\Delta C/\Delta T$ prezintă mărimi distincte în domeniile 0—4°C, 4—10°C și 10—30°C, care s-ar cere explicate. În imaginea noastră asociem aceasta de particularităţile structurale ale apei mineralizate pe domeniile de temperatură menţionate. Particularităţile sînt imprimate nu numai de structura moleculei de apă pură la 0, 4 și peste 4°C; bunăoară dependenţa volumului molar (cm^3/mol) al apei pure faţă de temperatură indică nu numai mărimea cea mai mică pentru temperatura de 4°C, ci și pante diferite în domeniile 0—4°C și 4—10°C, panta mai mică fiind în domeniul 0—4°C [4], ci și de prezenţa diferiţilor ioni, care influenţează structura electrolitului, oglindită de exemplu în viscozitatea soluţiei. Viscozitatea apei mineralizate descreşte prin creşterea temperaturii, cu pante diferite pe domeniile susmenţionate [4], fapt ce influenţează energia de schimb ionic și, ca atare, și procesul de îndepărtare a coloizilor din apă.

În concluzie, îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie este un proces fizico-chimic deosebit de complex, care se poate modela cantitativ făcînd apel la ecuaţia energiei schimbului ionic.

Pentru aceasta este necesar să fie cunoscută alcătuirea structurală a particulelor coloidale, structuri cristaline puternic polare, cu proprietăţi distincte în problematica abordată.

Controlarea procesului de îndepărtare a suspensiilor coloidale din apele de injecţie reclamă cunoaşterea alcătuirii structurale a apelor mineralizate, medii puternic polare, cu proprietăţi distincte.

Între aceste două medii polare în contact, sub influenţa temperaturii, se desfăşoară un activ schimb de ioni, ale cărui legităţi au fost enunţate.

Schimbul ionic este funcţie de proprietăţile structurale ale ionilor și de concentraţiile acestora în sistem.

Schimbul de ioni, care tinde să ducă la stabilizarea sistemului, este funcţie și de timp.

Schimbul ionic este implicat și în intensitatea mișcării browniene a particulelor coloidale din apele de injecţie.

Se poate reţine că, îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie se poate controla numai prin respectarea legităţilor prezentate.

Neîndeplinirea simultană a tuturor cerinţelor ridicate de legităţile prezentate este cauza funcţionării nereușite a staţiilor de preparare a apei pentru injectare în zăcămintele de ţiţei, în vederea măririi factorului final de extracţie.

BIBLIOGRAFIE

[1] Apelţin, I. E., Maksimovici, G. K. *Podgotovka vodi dlia zavodnenia neftianih plastov*. Gostoptehizdat, Moskva, 1951.

[2] Helfferic, F. *Ion exchange*. Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1962.

[3] H. van Olphen, *An introduction to clay colloid chemistry*. Interscience Publishers, New York, 1963

[4] Horne, R. *Marine chemistry*. Willey Interscience. New York, 1969.

[5] Marinsky, J. A., editor. *Ion exchange*. Vol. 1, Arnold Publ. London, 1966.

[6] Partington, R. J. *An advanced treataise on physical chemistry*. Vol. III, Longmans, London, 1957.

[7] Pârcălăbescu, I. D. *Schimbul ionic între mineralele argiloase prezente în unele structuri gazeifere și fluidele cu care vin în contact*. Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, Bucureşti, vol. XVIII, 1971.

[8] Pârcălăbescu, I. D. și Manea, F. *Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie*. Mine, Petrol și Gaze, nr. 9, 1980

[9] Pârcălăbescu, I. D. *Consideraţii fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meoţianul structurii Oprişeneşti*. Mine, Petrol și Gaze, nr. 5, 1981

Mecanism geotermic de migrare a petrolului în zăcămînt secundar Importanţa prospecţiunilor magnetice*)

Prof. dr. ing. D. Milcoveanu
Institutul de subingineri Hunedoara

I. Introducere

Mecanismul geotermic propus care să interpreteze și să explice existenţa unor zăcăminte de petrol, în unele regiuni ale sedimentarului pentru care explicaţiile sînt insuficiente, își are originea în implantarea unei sonde pentru hidrocarburi în apexul unui anticlinal dar, în același timp, pe un maximum al unei puternice anomalii magnetice, rezultatul exploatării fiind, pentru sondaj, apă caldă carbonatată și importante cîmpuri petrolifere productive amplasate în jurul anomaliei magnetice la distanţe variind între 30 și 60 km, precum și în însemnările ştiinţifice ale înaintaşilor L. Mrazec, G. Macovei, I. Popescu-Voiteşti, G. Murgeanu, V. Patriciu ș.a., care prezentau, ca o posibilă alternativă, originea sau cel puţin influenţa aspectului mineralogic asupra petrolului.

Astăzi este unanim acceptată teoria organică a genezei hidrocarburilor, iar principiile care stau la baza acestei teorii sînt bine cunoscute.

Astfel, se consideră că acumularea de substanţă organică (bituminoasă) s-a făcut, de

* Comunicare prezentată la cel de-al XI-lea Simpozion de Geofizică și Fizica Pămîntului, Bucureşti, dec. 1980.

preferință, în regiuni cu facies continental și precontinental intercalat, amplasat la adîncimi mai mult sau mai puțin reduse, așezat pe un soclu primar, erodat și fracturat de cutările ulterioare, acoperite de straturi noi, de vîrstă secundară și terțiară, puternic cutate, concomitent cu primele și străpunse de puternice intruziuni vulcanice.

Situații comparabile cu cele existente în Marea Neagră, Marea de Azov ș.a., adică inexistența unor curenți de convecție verticali și acțiunea biochimică intensă a microorganismelor anaerobe existente în stratul de apă inferior neoxigenat ar putea conduce la substanța organică care ulterior s-a transformat în bitumene de tip hidrocarbonic și apoi, urmare a unui mecanicsm de migrare și acumulare amplă ca volum și distanță, în urma unor acțiuni exterioare dintre care și cea geotermică generată de intruziunile eruptive sau cuptoarele magnetice avansate către suprafață, specifice marilor orogeneze, ar putea explica geneza unor zăcăminte de hidrocarburi.

Pentru a explica migrația petrolului sînt acceptate numeroase teorii. Cel mai important fapt constă însă în adoptarea unanimă a conceptului că migrația este mecanismul de bază care acționează între zăcămîntul primar și cel secundar (sursă-colector) și asigură formarea zăcămîntului de hidrocarburi exploatabil. Aceste zăcăminte sînt, în general, localizate în capcane structurale care pot fi de tipuri foarte diferite. Este unanim acceptat că intensitatea migrației este foarte mare, iar întinderea ei, adică anvergura ei ca distanță, de asemenea.

În mecanismul pe care îl prezentăm este vorba, în esență, de acțiunea intruziunilor magmatice, aflate la temperaturi ridicate existente în foarte numeroase regiuni, fie sub formă de lacoolite sau batolite care, străbătînd în perioadele de orogeneză sedimentarul, se apropie de suprafață (fig. 1), fie sub forma unor largi cuptoare magmatice (bolți) rămase la mari adîncimi asupra zăcămîntului primar de hidrocarburi aflat în zona de influență geotermică a acesteia. Această acțiune se traduce printr-un fenomen de migrare, poate chiar de acumulare a hidrocarburilor, în capcanele structurale întîlnite (fig. 2).

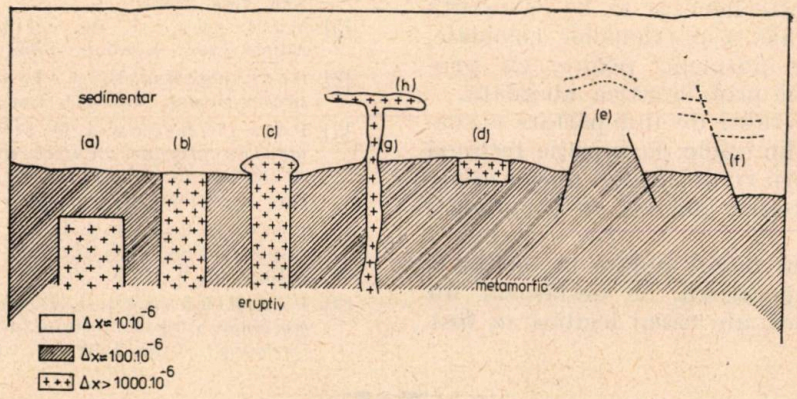


Fig. 1. Modele de corpuri perturbante care generează anomalii ale cîmpului magnetic terestru

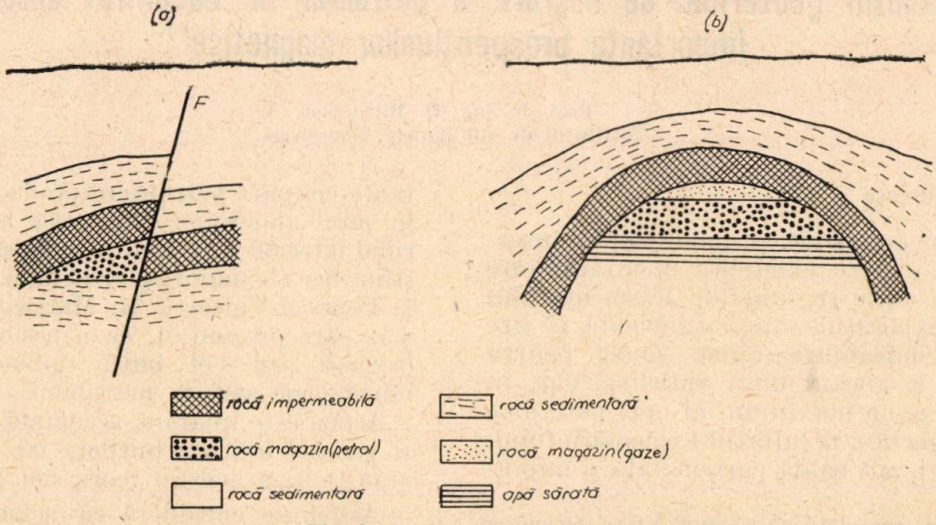


Fig. 2. Capcane pentru petrol:
a — falie; *b* — anticlinal

Pentru cunoașterea și înțelegerea acestei influențe de natură termică a intruziunilor magmatice asupra zăcămintelor de hidrocarburi prezentăm următoarele aspecte teoretice.

II. Problema răcirii intruziunii eruptive și a distribuției temperaturilor în jurul său

Au fost stabilite formule pentru două modele diferite.

Modelul sferă

— timpul de răcire :

$$\tau = \frac{2LC_b R_b \rho_b}{3\lambda_{s,m}} \cdot \ln \frac{t_{b,0} - t_s}{t_b - t_s}$$

— viteza de răcire :

$$v = \frac{3\lambda_{s,m}}{2LC_b R_b \rho_b} \cdot (t_b - t_s)$$

— fluxul de căldură degajat :

$$\Phi = \frac{2\pi R_b^2 \lambda_{s,m}}{L} (t_b - t_s)$$

— distribuția temperaturilor în jurul intruziunii (regim staționar) :

$$t_r = t_s + \frac{\Phi}{2\pi\lambda_{s,m}} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{L} \right)$$

Modelul cilindru orizontal

— timpul de răcire :

$$\tau = \frac{LC_b R_b \rho_b}{\lambda_{s,m}} \ln \frac{t_{b.0} - t_s}{t_b - t_s}$$

— viteza de răcire :

$$v = \frac{\lambda_{s,m}}{LC_b R_b \rho_c} (t_b - t_s)$$

— fluxul de căldură degajat :

$$\Phi = \frac{\pi l R_b \lambda_{s,m}}{L} (t_b - t_s)$$

— distribuția temperaturilor în jurul intruziunii (regim staționar) :

$$t_r = t_s + \frac{\Phi}{\pi l \lambda_{s,m}} \ln \frac{L}{r}$$

în care :

C_b este căldura specifică a materialului eruptiv ;
R_b — raza sferei sau a cilindrului considerat ca model ;
ρ_b — densitatea materialului eruptiv ;
$\lambda_{s,m}$ — coeficientul mediu de conductibilitate termică a sedimentarului din jurul intruziunii eruptive ;
L — distanța de la centrul modelului (intruziune) pînă unde temperatura sedimentarului este t_s (cca 50°C) ;
$t_{b,0}$ — temperatura inițială a intruziunii eruptive ;
t_s — temperatura sedimentarului la suprafață (cca 50°C) ;
t_b — temperatura intruziunii la un moment dat ;
r — distanța variabilă de la centrul modelului (intruziune) pînă la un punct oarecare din sedimentarul înconjurător ;
l — lungimea modelului cilindru orizontal.

Pentru modelul cilindru orizontal și valorile parametrilor :

$R_b = 1$ km ; $l = 30$ km ; $t_{b,0} = 3\,500$°C (inițial) ;
$\lambda_{s,m} = 1{,}7$ kcal/m·grd·oră ; $C_b = 0{,}4$ kcal/kg·grd ;
$t_s = 50$°C ; $L = 4{,}5$ km ; $\rho_b = 4 \cdot 10^3$ kg/m^3 ;

s-au obținut următoarele rezultate :
$\tau = 756\,000$ ani (de la 3 500°C la 200°C) ;
$v = 0{,}7$ grd/an (la 3 500°C) și $v = 0{,}2$ grd/an (la 1 050°C) ; $\Phi = 210 \cdot 10^{10}$ kcal/an (la 3 500°C) și $\Phi = 61 \cdot 10^{10}$ kcal/an (la 1 050°C), iar pentru distribuția temperaturilor pentru momentele inițiale ($t_b = 3\,500$°C),

r, km	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
t_r, °C	1 700	1 265	950	665	357	215	50

II. Problema transferului de substanță sub influența unui puternic gradient de temperatură

Unitatea proceselor de transmitere a căldurii și de difuziune a substanțelor este bine cunoscută. Primul proces este legat de ecuația lui Fourier, iar cel de-al doilea de ecuația lui Fick.

Criteriul de similitudine a lui Lewis (Le), definit ca raportul dintre criteriul lui Schmidt ($Sc = \nu/D$) și cel al lui Prandl, ($Pr = \nu/a$) adică :

$$Le = \frac{Sc}{Pr} = \frac{a}{D}$$

în care :

ν este viscozitatea cinematică a fluidului ;
D — coeficientul de difuziune ;
a — coeficientul de difuzivitate termică, este caracteristic pentru acest fenomen.

Desigur că în roca sedimentară și sub influența temperaturilor ridicate din jurul intruziunii eruptive, lucrurile sînt cu mult mai complicate și atunci abordarea problemei trebuie efectuată cu ecuaționarea fenomenului cu ajutorul teoriei similitudinii.

Vom defini un coeficient de transfer de substanță ca fiind debitul de substanță care trece prin unitatea de suprafață pentru fiecare grad diferență de temperaturi, simbolizat $k_{m,t}$.

Acest coeficient este funcție de o serie de parametri specifici fenomenului dintre care, ca determinanți (semnificativi), îi considerăm pe cei grupați în ecuația care descrie desfășurarea fenomenului:

$$f(k_{m,t}\,;\,k\,;\,q\,;\,\alpha_s\,;\,a\,;\,D\,;\,\rho\,;\,c_p) = 0$$

în care:

$k = \frac{1}{5} \cdot \frac{m^3}{S_0^2(1-m)^2}$ reprezintă permeabilitatea stratelor sedimentare;

m — porozitatea în fracțiuni zecimale;

S_0 — suprafața internă corespunzătoare rocii care mărginește porii;

$q = \frac{\Phi}{S}$ reprezintă densitatea fluxului de căldură existent în sedimentarul care înconjoară intruziunea eruptivă.

Relația exponențială între acești parametri:

$$k_{m,t}^{x_1} \cdot k^{x_2} \cdot q^{x_3} \cdot \alpha_s^{x_4} \cdot a^{x_5} \cdot D^{x_6} \cdot \rho^{x_7} \cdot c_p^{x_8} = 0$$

și unitățile de măsură în S.I. relative la fiecare parametru,

$$<k_{m,t}> = \text{kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{grd}^{-1}; \quad <k> = m^{-2};$$

$$<q> = \text{kg}\cdot\text{s}^{-3}; \quad <\alpha_s> = \text{kg}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{grd}^{-1};$$

$$<a> = \text{m}^2\text{s}^{-1}; \quad <D> = \text{m}^2\cdot\text{s}^{-1};$$

$$<\rho> = \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}; \quad <c_p> = \text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{grd}^{-1}$$

În continuare redăm matricea dimensională pentru unitățile de măsură:

	$k_{m,t}^{x_1}$	k^{x_2}	q^{x_3}	$\alpha_s^{x_4}$	a^{x_5}	D^{x_6}	ρ^{x_7}	$c_p^{x_8}$
m	−2	−2	0	0	2	2	−3	2
kg	1	0	1	1	0	0	1	0
s	−1	0	−3	−3	−1	−1	0	−2
grd.	−1	0	0	−1	0	0	0	−1

și rezultă sistemul de ecuații între exponenți:

$$-2x_1 - 2x_2 + 2x_5 + 2x_6 - 3x_7 + 2x_8 = 0$$

$$x_1 + x_3 + x_4 + x_7 = 0$$

$$-x_1 - 3x_3 - 3x_4 - x_5 - x_6 - 2x_8 = 0$$

$$-x_1 - x_4 - x_8 = 0$$

respectiv relațiile între exponenți:

$$x_1 = \frac{1}{2}x_5 + \frac{1}{2}x_6 - \frac{1}{2}x_7 + x_8$$

$$x_2 = \frac{1}{2}x_5 + \frac{1}{2}x_6 - x_7$$

$$x_3 = -x_7 + x_8$$

$$x_4 = -\frac{1}{2}x_5 - \frac{1}{2}x_6 + \frac{3}{2}x_7 - 2x_8.$$

În continuare scriem matricea soluțiilor și identificăm complecși adimensionali π_1, π_2, π_3 și π_4

	$k_{m,t}^{x_1}$	k^{x_2}	q^{x_3}	$\alpha_s^{x_4}$	a^{x_5}	D^{x_6}	ρ^{x_7}	$c_p^{x_8}$	
x_5	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	1	0	0	0	π_1
x_6	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	0	1	0	0	π_2
x_7	$-\frac{1}{2}$	−1	−1	$\frac{3}{2}$	0	0	1	0	π_3
x_8	1	0	1	−2	0	0	0	1	π_4

completare simplex

în care:

$$\pi_1 = \left(\frac{k_{m,t}\cdot k}{\alpha_s}\right)^{1/2}\cdot a; \quad \pi_2 = \left(\frac{k_{m,t}\cdot k}{\alpha_s}\right)^{1/2}\cdot D;$$

$$\pi_3 = \frac{\rho\cdot\alpha_s^{3/2}}{k_{m,t}^{1/2}\cdot k\cdot q}; \quad \pi_4 = \frac{k_{m,t}\cdot q\cdot c_p}{\alpha_s^2}$$

Funcția reprezentînd desfășurarea fenomenului poate fi scrisă sub formă criterială (invariantă):

$$f(\pi_1\,;\,\pi_2\,;\,\pi_3\,;\,\pi_4) = 0$$

care poate fi explicitată în raport cu oricare complex adimensional.

Cum criteriul determinant a lui Lewis poate fi evidențiat prin evidențierea primului complex adimensional, putem scrie relația:

$$\pi_2 = \varphi\,(\pi_1\,;\,\pi_3\,;\,\pi_4)$$

respectiv:

$$\pi_2 = \text{const.}\ \pi_1.\pi_3.\pi_4$$

de unde, după înlocuiri și grupări convenabile, ecuația criterială:

$$k_{m,t} = \text{const.}\,\frac{\alpha_s^{1/4}}{(Le)^{1/2}}\cdot\left(\frac{k}{\rho\cdot c_p}\right)^{1/2} \text{kg.m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{grad}^{-1}.$$

în care :

$Le = \frac{a}{D}$ este criteriul lui Lewis,

adică valoarea coeficientului de transfer de substanță.

Valorile const. criteriului Lewis ca și a complexului adimensional se determină în laborator prin măsurători pe modele reduse.

Menționăm că expresia de mai sus a criteriului Lewis apare în aceeași exprimare și în ecuația lui Chilton-Colburn care evaluează transferul de substanța la p = const.

III. Mecanismul geotermic de migrare a petrolului

Distanțîndu-ne de sedimentarul din imediata apropiere a intruziunii eruptive, aflat inițial la temperaturi deosebit de ridicate, și care drept consecință este adus în stare de fluidizare conform unor procese geochimice foarte complexe, acesta funcționînd doar ca un transmițător al unui flux de căldură, vom distinge, în sedimentarul distanțat de intruziune, mai multe aspecte care, în ansamblul lor, constituie mecanismul geotermic de migrare a petrolului. În primul rînd între roca propriu-zisă (sedimentar) aflată la temperaturi ridicate datorită fluxului de căldură primit,prin conductibilitate termică de la intruziunea eruptivă, pe de altă parte și apa sub formă de vapori, împreună cu substanța organică (bituminoasă) gazificată, precum și alte gaze, toate aflate la presiuni foarte ridicate, se petrece un schimb energetic complex, materializat prin următoarele fenomene.

● Materia organică și apa remanentă vor primi căldură de la roca generatoare (argila) conform unui mecanism de schimb superficial de căldură, evaluat cu ajutorul formulei lui Newton, în care valoarea coeficientului de schimb superficial de căldură, perete cald-fluid rece, și simbolizat α_s este determinant ; ca un caz specific, acest coeficient înglobează, atît schimbul de căldură prin convecție termică, cît și căldura trecută de la partea lichidă a substanței organice atașată rocii, la hidrocarburile gazificate și vaporii de apă formați prin transport de substanță caldă.

● Deoarece procesul de transfer de căldură se petrece la volum constant, presiunea gazelor, a vaporilor de apă, precum și a altor gaze, va crește substanțial pe măsura desăvîrșirii transferului de căldură de la intruziunea eruptivă și, drept urmare, a creșterii temperaturii întregului sistem ; creșterea acesteia va cauza o vehiculare a gazelor formate din regiunile mai calde către regiunile mai reci.

● Între gazele formate și substanța organică (bitumene) care îmbibă roca generatoare nu există numai o diferență de temperatură, ci și o diferență între tensiunea vaporilor acestor sisteme ; drept urmare, între roca generatoare îmbibată cu substanță organică și gazele formate va exista, nu numai un schimb superficial de căldură (menționat anterior), ci și un transport de substanță caracterizat printr-un coeficient de extragere de substanță, evaluat pentru condițiile unei presiuni constante, de ecuațiile Lewis-Chilton-Colburn ; existența acestui fenomen de extragere grăbește formarea fluidului gazos constituit din hidrocarburi, vapori de apă și alte gaze, constituind, de fapt, amorsarea și întreținerea fenomenului de migrare a petrolului.

● Diferența de presiune existentă între două compartimente ale sedimentului limitrof, intruziuni eruptive sau cuptorul magmatic, urmarea diferenței de temperaturi menționate, generează existența unui curent de gaz constituit din fracțiuni de hidrocarburi, vapori de apă și alte gaze, acesta realizîndu-se contra tuturor piedicilor care i s-ar opune ca de exemplu : frecarea vîscoasă, forța capilară, ambele diminuînd însă, pînă aproape de anulare, odată cu existența unor temperaturi mai ridicate, gravitatea care, în cazul gazelor este neglijabilă, aspectul microdimensional al porilor rocilor sedimentare străbătute ș.a. ; acesta este de fapt mecanismul geotermic de migrare a petrolului, distanța parcursă de acesta în călătoria sa putînd fi considerabilă.

O singură piedică se poate opune fenomenului de migrare, stopînd acest flux de substanță hidrocarbonată : este capcana geologică (petroliferă) cunoscută și căutată în tehnica descoperirii zăcămintelor exploatabile de hidrocarburi lichide și gazoase (fig. 2).

În această capcană neiertătoare, fracțiunile de hidrocarburi ușoare și grele, vaporii de apă și alte gaze vor rămîne sub formă de amestec de gaze pînă cînd un alt parametru, tot așa de neiertător, își va spune cuvîntul ; este vorba de temperatură. La valori corespunzătoare ale acesteia, hidrocarburile și vaporii de apă vor condensa și, concomitent cu acest fenomen, un al treilea parametru, de aceeași importanță, va intra în acțiune — va fi gravitatea care, contrar tuturor forțelor care i s-ar opune (de ex. viscozitatea, tensiunea capilară — aderența ș.a.) va desăvîrși un proces de diferențiere pe bază de stări de agregare, respectiv densitate, adică gaze, țiței și apă.

Concomitent cu fenomenul de stopare a migrației petrolului prin interpunerea unei capcane geologice (petrolifere), datorită presiunilor importante care funcționează, în domeniul acesteia se va produce și un proces de concentrare a hidrocarburilor, ceea ce face ca acea capcană să devină un zăcămînt exploatabil de petrol.

Ca o variantă a cauzelor care pot opri mii grarea amestecului de fracțiuni de hidrocarburi,

alte gaze și vapori de apă, vom menționa procesul de condensare a ultimului component, datorită unor condiții de temperatură și presiune corespunzătoare unei anumite depărtări de intruziunea eruptivă sau cuptorul magmatic care a generat migrația. Drept urmare, apa rezultată, cu proprietatea ei de a uda (adeziune) roca străbătută, dublată de acțiunea gravitației, va cauza o frînare netă a procesului de migrare a petrolului, acesta impregnînd roca unde apa a condensat dar într-o proporție mai redusă decît în cazul capcanelor geologice (petrolifere).

În sfîrșit, ca ultim aspect al migrației geotermice a petrolului, vom menționa contactarea suprafeței solului, datorită unor condiții geologice specifice, de către fluxul de gaze și vapori de apă, ceea ce conduce la oxidarea componentelor hidrocarbonatate și, drept urmare, formarea unui zăcămînt de bitumene.

IV. Geneza cîmpului magnetic terestru și importanța prospecțiunilor magnetice

Studiile efectuate, care se bazează pe teoria potențialului magnetic și a feromagnetismului, au arătat că sursele generatoare ale cîmpului magnetic terestru, cu întreaga sa configurație complexă, se găsesc în proporție de 98 % în subsolul terestru. O mare parte din acestea se găsesc în nucleul pămîntului, în care, datorită proceselor magneto-hidrodinamice, se produc curenți electrici care, evident, generează cîmpuri magnetice. În scoarța terestră însă se găsesc localizate numeroase aglomerări de substanțe feromagnetice care, prin cîmpurile magnetice pe care le generează, contribuie la structura cîmpului magnetic terestru.

de valoarea izotermei Curie. Cu alte cuvinte, cîmpul magnetic terestru va prezenta o variație, conformă cu starea termică a substanței minerale, față de izoterma Curie.

În tabelul 1 prezentăm temperaturile Curie pentru principalele substanțe feromagnetice, dispersate sau aglomerate, atît în scoarța

Tabelul 1

Temperaturile Curie relative la constituenti feromagnetici ai scoartei terestre și magmei

Substanța	Temp. Curie, °C	Substanța	Temp. Curie
Fe$_\alpha$	768	Fe_3O_4	580°C (magnetită).
Co	1 150	Fe_2Ni	665°C
Ni	360	Cr_2O_3	210°C
CrO_2	113	FeO	297°C
$MnO.Fe_2O_3$	440	MnS	255°C
$FeNi_2$	612	MnO	337°C
$FeO.Fe_2O_3$	585	Gd.	19°C
$NiO.Fe_2O_3$	520	$Gd_3.Fe_5.Oi_2$	291°C

terestră propriu-zisă, cît și în magma existentă în profunzime. Trecerea lor deasupra sau sub izoterma Curie, odată cu desfășurarea dinamicii lor, va provoca variația cîmpului magnetic terestru înregistrat la suprafață.

Un aspect este însă esențial și anume, pe de o parte intruziunile eruptive sau boltirile către suprafață a cuptoarelor magmatice aduc importante cantități de substanțe feromagnetice, aceasta în comparație cu sedimentarul preexistent care, odată cu inevitabila răcire și trecere sub izoterma Curie corespunzătoare, creează un intens cîmp magnetic suplimentar

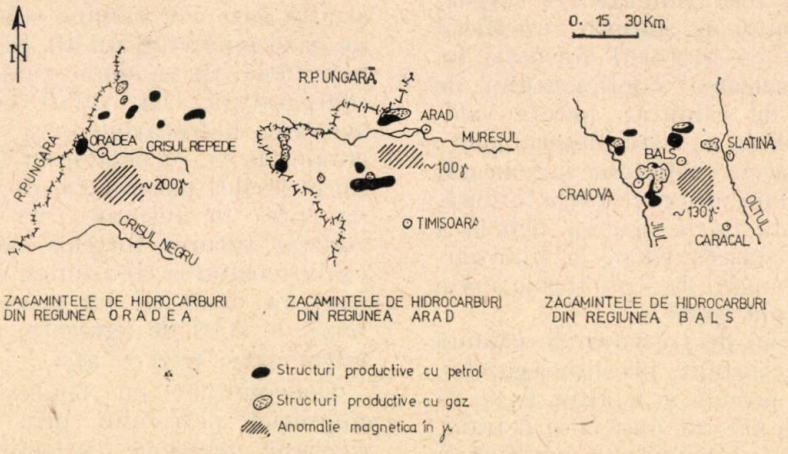


Fig. 3. Corelația dintre distribuția zăcămintelor de hidrocarburi și intruziunile magmatice (I) (distribuția zăcămintelor după D. Paraschiv, 1975)

Ultimul cîmp magnetic menționat este generat de substanțe minerale aflate la temperaturi diferite, specifice eterogenității scoarței terestre și, în consecință, supuse unor modificări ale proprietăților feromagnetice, reglementate și specific ce poate fi evidențiat prin măsurători (prospecțiuni) magnetice corespunzătoare, iar pe de altă parte, intruziunea eruptivă și magma ascendentă creează în prelabail un flux intens de energie termică care va acționa asupra sedi-

mentarului din jur și dacă în acesta se găsesc compartimente conținînd roci generatoare de hidrocarburi, se va declanșa mecanismul geotermic de migrare a petrolului descris.

iar șansele unor implantări de sonde de exploarare corespunzătoare cresc.

Sintetizînd și adaptînd putem spune că pentru numeroase regiuni posibil petrolifere de

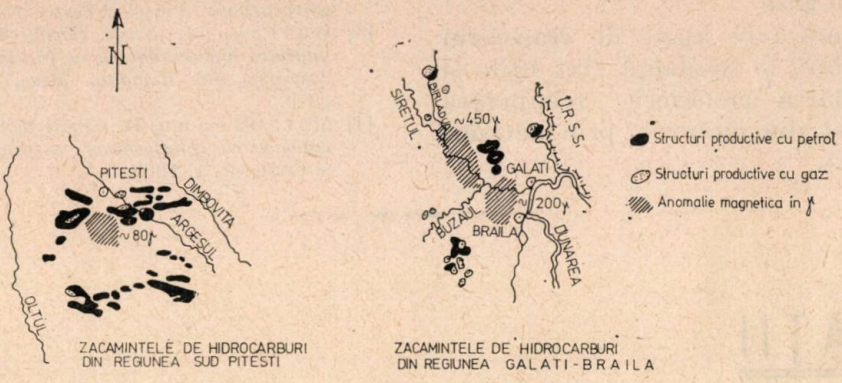


Fig. 4. Corelația dintre distribuția zăcămintelor de hidrocarburi și intruziuni magmatice (II) (distribuția zăcămintelor după D. Paraschiv, 1975)

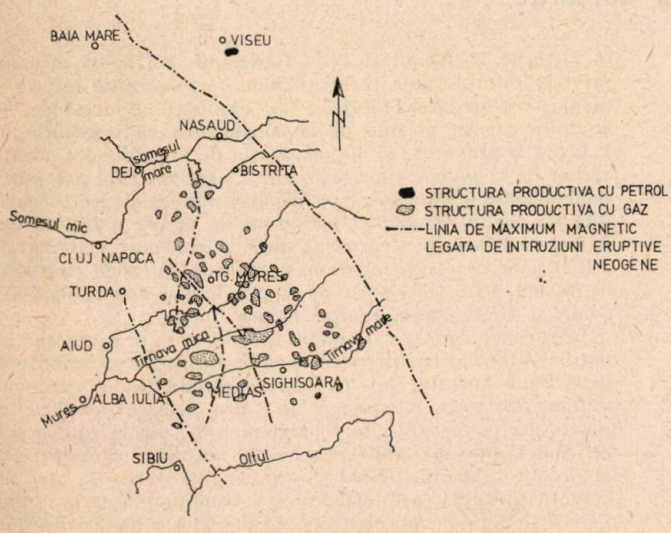


Fig. 5. Corelația dintre zăcămintele de gaze din bazinul Transilvaniei și intruziunile eruptive (III) (distribuția zăcămintelor de gaze după D. Paraschiv, 1975 ; distribuția maximelor magnetice după St. Airinei, 1980)

Prin urmare, punerea în evidență, ca amplasament, formă, volum, constituție etc., cu ajutorul prospecțiunilor magnetice a intruziunilor eruptive, precum și a bolților cuptoarelor magmatice, este un obiectiv esențial pentru prospecțiunea petroliferă.

Odată cunoscute originea procesului de migrare și geologia regiunii, deci traiectoriile posibile ale acesteia, urmează munca de cercetare și descoperire a capcanelor geologice (petrolifere), unde petrolul s-ar fi putut acumula.

Concluzii

Urmînd, pentru cazurile specifice, o astfel de schemă logică de cercetare, munca geologului din exploatările petrolifere este mult ușurată, pe teritoriul țării noastre ar trebui urmată o schemă-logică avînd următoarea structură adaptată la specific :

— reconsiderarea hărților cu rezultatele tuturor prospecțiunilor magnetice și aeromagnetice efectuate în regiunile posibil petrolifere de pe teritoriul țării ; completarea, prin noi măsurători, a lacunelor sau a rezultatelor incomplete ;

— identificarea intruziunilor eruptive interesante, materializate prin puternice anomalii magnetice, precum și a boltirilor magmatice materializate prin anomalii magnetice vaste, ca arie de manifestare, dar foarte reduse ca intensitate ; interpretarea, pe baza ultimelor metode (analiza armonică Fourier, deconvoluție și statistica matematică) a anomaliilor magnetice menționate, aceasta pentru a cunoaște cît mai bine generatorul migrației petrolului ;

— corelarea anomaliilor magnetice menționate, în spiritul mecanismului geotermic descris, cu actuala situație sau perspectivă a producției de petrol din regiune ; pentru exemplificarea acestei corelări supunem spre analiză figurile 3, 4 și 5 ;

— identificarea posibilelor traiectorii ale migrației petrolului ; pentru aceasta trebuie reconsiderate toate profilele de seismică efectuate în regiunea respectivă, precum și toate datele geologice (izopahite) de care se dispune pentru regiunea respectivă ;

— identificarea, pe baza prospecțiunilor seismice efectuate, precum și a datelor geologice disponibile, a posibilelor capcane geologice (petrolifere) care ar putea fi semnificative pentru extracția de petrol și care s-ar afla pe traiectoria migrațională a petrolului ; întocmirea unui program de seismică reflexie, în scopul identificării de-a lungul traiectoriilor

menţionate, a unor noi şi necunoscute capcane geologice (petrolifere);

— implantarea unui sistem adecvat de sonde de explorare pentru descoperirea de noi zăcăminte de petrol şi gaze.

Apreciem că noţiunile legate de transferul simultan de căldură şi substanţă sînt utile şi pentru aprofundarea problemei recuperării ţiţeiului remanent din zăcămînt, prin activări de natură termică.

BIBLIOGRAFIE

[1] Paraschiv, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România.* St. tehn. şi econom. Seria A, Nr. 10, Inst. Geol. şi Geofiz., Bucureşti, 1975.

[2] Pîrvu, G. *Elemente noi în sprijinul vulcanismului extracarpatic.* Petrol şi Gaze, nr. 9, 1970.

[3] Balteş, N. *Unele consideraţii palinologice privind migraţia hidrocarburilor în Platforma moesică şi Avanfosa carpatică din România.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 3, 1979

[4] Milcoveanu, D. *Cîteva modele geofizice utile pentru cunoaşterea platformelor precontinentale.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 1, 1979.

INFORMAŢII

Teză de doctorat

În ziua de 14 martie 1981, la Universitatea din Bucureşti, a fost prezentată, de ing. Cristian MIHAIL, teza de doctorat intitulată *Studiu geoelectric privind evidenţierea de noi mineralizaţii auro-argentifere şi de sulfuri polimetalice în vulcanitele neogene din Munţii Gutii şi Oaş.*

Comisia de doctorat a fost constituită din: preşedinte — prof. dr. doc. Graţian Cioflica, decanul Facultăţii de geologie-geografie, şi următorii membrii: academician prof. dr. doc. ing. Sabba Ştefănescu — preşedintele Secţiei de ştiinţe geologice, geofizice şi geografice a Academiei R.S.R. — conducătorul ştiinţific al tezei; prof. dr. doc. Liviu Constantinescu, membru corespondent al Academiei R.S.R.; prof. dr. ing. Radu Botezatu, membru corespondent al Academiei R.S.R. şi conf. dr. ing. Mircea Paucă.

În urma difuzării rezumatului tezei de doctorat, au fost adăugate referatelor aprobative ale membrilor comisiei încă 53 aprecieri favorabile.

Teza de doctorat începe cu o introducere, în care se descrie regiunea vulcanitelor neogene din nordul ţării, din punct de vedere geologic şi geofizic, aşa cum reiese şi din numeroasele lucrări citate în bibliografie. Aceste date au stat la baza lucrărilor de cercetări geoelectrice şi de interpretare complexă a datelor obţinute, cu scopul de a descoperi noi zăcăminte de minerale utile sau de a extinde pe cele cunoscute.

În capitolul al II-lea, se analizează parametrii geoelectrici determinaţi, premisele aplicării metodelor geoelectrice, tehnicile de teren şi criteriile de interpretare a înregistrărilor de teren în condiţiile fizico-geologice ale regiunii, trăgîndu-se concluzii interesante, pe baza unei profunde cunoaşteri teoretice şi practice a fenomenelor, din partea autorului.

Capitolul al III-lea conţine contribuţiile autorului la evidenţierea modului de dezvoltare pe direcţie şi în adîncime a mineralizaţiilor din zona Racşa (Munţii Gutii). Efectuarea, pentru prima dată, a unor cercetări geoelectrice în vulcanitele din nordul ţării a condus la conturarea — prin forajele şi lucrările miniere amplasate şi orientate pe datele geoelectrice — a zăcămîntului auro-argentifer de la Racşa. Pe plan metodic, se remarcă corelarea avantajoasă a metodelor de polarizaţie naturală şi polarizaţie indusă, care permite eliminarea ambiguităţilor inerente înregistrărilor independente ale celor două metode, şi, de asemenea, extinderea în adîncime a cercetărilor, prin raza de investigare diferită, ce se completează, a metodelor P.N. şi P.I.

În prima parte a capitolului al IV-lea, se tratează contribuţiile autorului în sectorul Batarci din Munţii Oaş care, prin aplicarea metodei rezistivităţiilor la două nivele de înregistrare, a reuşit, în mod sugestiv, să evidenţieze continuitatea filoanelor de sulfuri polimetalice în gangă de cuarţ cunoscute în vîrfurile Rădăcinii şi Teiul Rădăcinii. Un aport deosebit priveşte interpretarea înregistrărilor de polarizaţie indusă şi amplasarea-dirijarea forajelor de explorare a acestora, în anumite cazuri, plecînd de la constatarea că maximele de P.I. pot fi provocate şi de polarizaţia de membrană a argilizărilor de la părţile superioare ale fracturilor, care pot purta mineralizaţia polimetalică principală mai jos şi deci decalat faţă de apexul anomaliei, în sensul de cădere a fracturilor. A fost realizată, pentru prima dată, o modelare matematică a filoanelor rezistive, folosindu-se metoda de calcul elaborată de dr. ing. Paul Georgescu, cu scopul de a se determina adîncimile şi dimensiunile unor asemenea filoane.

În partea a doua a capitolului al IV-lea, se prezintă contribuţiile autorului la introducerea în exploatare a zăcămîntului de la Băile Turţului (Munţii Oaş) şi posibilităţile de extindere a filoanelor care îl compun, pe baza urmăririi orientărilor maximelor de rezistivitate. Pe plan metodic, aici este prezentat cel mai important aport original al autorului care priveşte analizarea, experimentarea şi aducerea în starea de aplicare curentă şi rapidă (prin elaborarea a două programe în limbaj FORTRAN IV de automatizare a calculelor şi reprezentărilor) a unui procedeu statistico-matematic, pentru ameliorarea raportului anomalie „utilă"/fond perturbat („zgomot").

Concluziile lucrării, prezentate în capitolul al V-lea, sînt, atît de natură economică — avîndu-se în vedere contribuţiile geoelectrice la definirea zăcămîntului Racşa, la menţinerea interesului pentru sectorul Batarci şi la intrarea în exploatare a zăcămîntului Băile Turţului, ca şi la orientarea viitoarelor lucrări în aceste sectoare — , cît şi de ordin ştiinţific-metodologic, privind utilizarea strict diferenţiată a metodelor geoelectrice în raport cu tipul de mineralizaţie polimetalică urmărită, acordarea priorităţii metodelor de rezistivitate pentru filoanele rezistive cu gangă de cuarţ, suprapunerea metodelor P.N. şi P.I. ,amplasarea şi dirijarea forajelor de investigare a anomaliilor de polarizaţie indusă, recomandarea utilizării metodei de modelare matematică a filoanelor rezistive şi generalizării unui procedeu automatizat de tratare statistico-matematică a datelor geofizice şi geochimice de detaliu, pentru creşterea expresivităţii hărţilor parametrilor acestor metode în condiţiile unui fond perturbat al înregistrărilor, necesară evidenţierii acumulărilor de substanţe minerale utile cu concentrare mai redusă sau mai profunde.

În concluzie, teza de doctorat a inginerului Cr. Mihail, aduce în patrimoniul ştiinţei şi tehnicii industriei noastre extractive importante contribuţii.

Conf. dr. ing. **Mircea Paucă**

RECENZII

Mataca, E. **Săparea cu combina și mecanizarea susținerii galeriilor de mină.**
Ed. tehnică, București, 1981, 396 pag., 240 fig.

Lucrarea *Săparea cu combina și mecanizarea susținerii galeriilor de mină* vine să suplinească un gol în sursele de documentare a specialiștilor minieri care sînt preocupați de concepția, proiectarea, exploatarea și întreținerea tehnologiilor de mecanizare complexă pentru subteran. Astfel, în ultimile două decenii a fost realizată o adevărată revoluție tehnologică privind executarea lucrărilor miniere, posibilă datorită progreselor realizate în construcția de utilaj minier și reclamată de imperativul punerii în funcțiune a numeroase mine noi, în paralel cu creșterea capacității minelor existente.

Numai în ultimii doi ani, în țara noastră au fost experimentate peste 15 tipuri de combine de săpat galerii, 3 tipuri de instalații pentru mecanizarea susținerii mașinii pentru rectificat și curățit lucrări miniere, iar pe plan mondial preocupările pentru mecanizarea execuției galeriilor și tunelurilor au căpătat o asemenea amploare încît a fost nevoie de constituirea unei noi organizații internaționale separată de cea a congreselor miniere și anume organizația pentru tunele.

Întreg acest progres al tehnicii miniere nu a fost ilustrat de lucrări de specialitate în limba română, care să servească specialiștilor pentru familiarizarea cu aceste tehnologii.

Lucrarea inginerului Matacă se bazează pe un vast material documentar, pe experiența în producție a autorului, abordînd aspecte ale tehnologiilor de mecanizare complexă pentru executarea galeriilor.

În prima parte se tratează geologia și caracteristicile rocilor din punctul de vedere al proceselor miniere mecanizate, tăierea, deformația, presiunea minieră, hidrogeologia, păstrîndu-se un caracter complementar al expunerii față de lucrările de specialitate.

În capitolul următor sînt prezentate tipurile cunoscute de combine, insistîndu-se asupra celor utilizate în țară, îndeosebi privind combina CI-1 realizată de uzinele noastre.

Un capitol separat, căruia i s-a acordat atenție, a fost tehnologia de exploatare, precum și întreținerea și reparația acestor utilaje complexe — care sînt combinele pentru săpat galerii.

În partea a doua a lucrării se tratează soluțiile moderne pentru realizarea transportului materialului derocat și a subansamblelor susținerii, se prezintă noile probleme de aeraj și evacuare a apelor.

Mecanizarea susținerii — obiect al unui capitol separat — cuprinde tehnologiile existente în prezent în țară, dar și realizările pe plan mondial.

Agregatele miniere pentru mecanizarea integrală a tuturor operațiilor necesare pentru săparea și susținerea galeriilor, precum și perspectivele în domeniu, fac obiectul ultimei părți a lucrării.

Păstrînd caracterul expunerii ca și în alte cărți privind tehnologiile de abataj apărute tot în Editura tehnică, autorul prezintă noua tehnologie, caracteristicile sale, modul de lucru, performanțele posibile, întreținerea, modul cum se testează anumite defecțiuni, reparațiile, precum și instrumentațiile posibile cu noile tehnologii. Rezultă astfel, la sfîrșitul fiecărui capitol, normele tehnologice și cele de tehnica securității care trebuie respectate.

Prin conținutul său, modul accesibil de prezentare, materialul ilustrativ utilizat, lucrarea inginerului Matacă, apărută în Editura tehnică, se adresează elevilor, studenților, absolvenților și lucrătorilor din industria minieră, care au preocupări pe linia mecanizării complexe în subteran.

Mărculețiu, V. T., Stoica Ligia și Constantinescu Irina. **Aplicații de calcul în chimia generală și anorganică.** Ed. tehnică, București, 1981, 446 pag., 13 lei.

Autorii Victor T. Mărculețiu, Ligia Stoica și Irina Constantinescu, cadre didactice la Institutul Politehnic din București, prezintă o nouă ediție a lucrării *Aplicații de calcul în chimia generală și anorganică*, prima ediție apărută tot la Editura tehnică, în anul 1976.

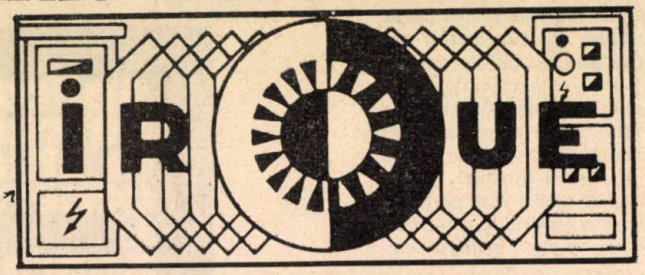
Pe baza unei îndelungate experiențe pedagogice, a unei bogate literaturi de specialitate (română și străină), dar mai ales a celor circa 30 de lucrări originale publicate, autorii oferă peste 1 000 de probleme, rezolvate și nerezolvate, din unele capitole importante ale chimiei generale și anorganice, majoritatea lor fiind luate din activitatea practică a uzinelor și laboratoarelor.

Lucrarea este structurată în 11 capitole, în introducerea fiecăruia făcîndu-se o scurtă tratare a noțiunilor teoretice, necesare rezolvării problemelor pe care le cuprinde.

Prezenta carte, cu o largă arie de accesibilitate, se adresează tehnicienilor, absolvenților de licee care candidează la concursul de admitere pentru învățămîntul superior, studenților de la facultățile nechimice, precum și tuturor acelor care, în activitatea curentă, aplică calcule tehnochimice.

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIRECŢIA GENERALĂ AUTONOMĂ
A PETROLULUI ŞI GAZELOR

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC CÎMPINA



EXECUTĂ:

REPARATII SI CONFECTII
DE SCULE SI DISPOZITIVE
PENTRU FORAJ-EXTRACTIE

Scule de manevră

Scule de instrumentaţie

Dopuri şi pachere

Dispozitive pentru tubaj şi cimentare

CÎMPINA , Str. BOBÎLNA Nr. 2, Jud. PRAHOVA telex 19625
telefon 973 / 31880, 31930, 32577

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI

ÎNTOCMEŞTE:

STUDII ŞI PROIECTE TEHNOLOGICE
PRECUM ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU OBIECTIVE DE INVESTIŢII PRIVIND EXPLOATAREA, PREPARAREA ŞI BRICHETAREA CĂRBUNILOR;

STUDII ŞI PROIECTE DE MECANIZARE ŞI AUTOMATIZARE
A PROCESELOR TEHNOLOGICE SPECIFICE INDUSTRIEI CARBONIFERE
PRECUM ŞI PROIECTE PENTRU UTILAJE ŞI ECHIPAMENTE MINIERE.

Adresa:

Str. Mihai Viteazu nr. 3
Petroşani, jud. Hunedoara;
Telefon: 41460

ICPMC

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
Centrala minereurilor şi metalurgiei neferoase Baia Mare

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI ŞI METALURGIE NEFEROASĂ-BAIA MARE

EXECUTĂ ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR SĂI INTERNI ŞI EXTERNI :

LUCRĂRI DE CERCETARE ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE DE PROIECTARE ÎN DOMENIUL EXTRACŢIEI ŞI PREPARĂRII MINEREURILOR NEFEROASE, AURO-ARGENTIFERE, RARE ŞI RADIOACTIVE ŞI PRELUCRĂRII METALURGICE A CONCENTRATELOR DE METALE NEFEROASE PENTRU:

- metode de exploatare, săpare, procedee de perforare şi împuşcare, susţinere a lucrărilor miniere, inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere;
- tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile, de prelucrare a minereurilor şi concentratelor în condiţii de: laborator, micropilot, pilot, semiindustrial şi industrial;
- sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru flotaţie şi hidrometalurgie;
- documentaţii pentru mecanizarea şi automatizarea proceselor tehnologice din subteran, uzine de preparare şi metalurgice;
- stabilirea gradului de prăfuire şi combatere a prafului, a condiţiilor de microclimat în subteran, uzine de preparare şi metalurgice, inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirilor profesionale;
- protecţia mediului înconjurător prin studii de depoluare a apelor de mină şi reziduale şi a aerului din zonele de acţiune a uzinelor de preparare şi metalurgice;
- organizarea ştiinţifică a producţiei şi muncii, analize economice, optimizări ale proceselor de producţie, prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnologiei în domeniul extracţiei metalelor neferoase;
- documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere, de preparare şi metalurgice;

ACORDĂ ASISTENŢĂ TEHNICĂ

PENTRU ÎMBUNĂTĂŢIREA FLUXURILOR TEHNOLOGICE, MODERNIZAREA INSTALAŢIILOR ÎN SUBTERAN, UZINE DE PREPARARE ŞI METALURGICE, VALORIFICAREA ÎN PRODUCŢIE A CERCETĂRILOR ÎNCHEIATE ŞI LA PUNEREA ÎN FUNCŢIUNE A OBIECTIVELOR ECONOMICE PROIECTATE ÎN CADRUL INSTITUTULUI

MAI EXECUTĂ ŞI OFERĂ :

- analize chimice şi fizice prin metode spectrale, fotometrice, analize şi studii mineralogice, analize de uleiuri şi reactivi;
- prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit, preparare şi metalurgie neferoasă;
- produse chimico-metalurgice obţinute ca microproducţie pe baza tehnologiilor originale elaborate de institut;
- sinteze şi cercetări bibliografice, traduceri, multiplicări, filmări.

Adresa: Str. Dr. Victor Babeş 62, telefon 30412, 31171, 30818, telex 33267, cod 775174, jud. Maramureş

E 1445

MINE PETROL GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUCUREŞTI - ROMÂNIA * Vol. 32, august 1981

8

MINISTERUL MINELOR PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

IGPMSN CLUJ-NAPOCA

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI MINIERE PENTRU SUBSTANŢE NEMETALIFERE

execută studii, proiecte şi documentaţii tehnico-economice pentru valorificarea substanţelor nemetalifere din întreaga ţară, cuprinzînd:

○ metode de exploatare ○ săparea şi susţinerea lucrărilor miniere ○ perforări si împuşcări in lucrări la zi şi subterane ○ mecanizarea si automatizarea lucrărilor miniere şi a fluxurilor de preparare ○ aeraj minier ○ profilaxie tehnico-medicală ○ prepararea mecanică si chimică a substanţelor nemetalifere în fază laborator, pilot si semiindustrială ○ epurarea chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare ○ proprietăţi fizico-mecanice ale rocilor şi cercetări geotehnice ○ măsurători topografice şi urmărirea stabilităţii masivelor miniere ○ analize mineralogice şi petrografice ○ analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice, rontgen difractometrice. ○ sinteza unor reactivi de preparare ○ prototipuri de aparate si utilaje specifice exploatării şi preparării substanţelor nemetalifere ○ microproducţie de noi sorturi de substanţe nemetalifere ○ asistenţă tehnică privind modernizarea fluxurilor de exploatare (subterana şi la zi) şi preparare

I.C.P.M.S.N. CLUJ - NAPOCA
Str. Tudor Vladimirescu 15-17

„De la această mare adunare populară doresc să mă adresez minerilor — care sînt reprezentați aici printr-un grup puternic — cu chemarea de a face totul pentru a folosi tot mai bine mijloacele de înaltă tehnicitate din dotare, în vederea realizării producției de cărbune pe acest an și pe întreg cincinalul"

Din cuvîntarea tovarășului **Nicolae Ceaușescu** la marea adunare populară din municipiul Tg. Jiu — 2 iulie 1981.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Nr. 8 1981

CUPRINS

* * * **Realizări şi perspective în munca minerilor noştri** 359

Fodor, D. şi Nicoară, I. **Verificarea stabilităţii taluzului sudic din cariera Cortelu şi extragerea acestuia cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă de mare diametru** . . . 367

Brâncuşi, A., Gabrian Lidia, Buciu, C., Cioltea, A. şi Hauptricht, Gh. **Contribuţii la creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului la flotaţia minereurilor complexe sărace de metale preţioase** 378

Fekete, E. şi Nemeth, L. **Experienţa Întreprinderii miniere Dobreşti în spălarea minereurilor de aluminiu formate din bauxită şi argilă** 381

Pârcălăbescu, I. D. şi Popa, C. Gh. **Apa singenetică — cel mai adecvat dislocuitor al ţiţeiului în condiţii de zăcământ (II)** . . . 389

Barbu Angela, Sali Lolia şi Stănescu, V. **Unele conexiuni între ocurenţa petrolului în România şi modelele tectonicii globale** 392

Cosma, R. **Posibilităţi de valorificare a substanţelor minerale utile din partea nordică a Munţilor Perşani** 399

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

* * * *Realizări şi perspective în munca minerilor noştri*

C.Z. 622.241.5 :622.271

Fodor, D. şi Nicoară, I. *Verificarea stabilităţii taluzului sudic din cariera Cortelu şi extragerea acestuia cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă de mare diametru*

Autorii prezintă zăcământul şi cariera Cortelu, stabilitatea flancului sudic al acestei cariere, modul de lucru şi rezultatele obţinute la extragerea masivului cu găuri de sondă de mare diametru amplasate în cuiburi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.765 :622.342

Brâncuşi, A., Gabrian Lidia, Buciu, C., Cioltea, A. şi Hauptricht, Gh. *Contribuţii la creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului la flotaţia minereurilor complexe sărace în metale preţioase*

Se prezintă măsurile adoptate în vederea înlăturării unor factori care perturbau stabilitatea procesului tehnologic şi diminuării influenţei altora, care au condus în final la îmbunătăţirea considerabilă a extracţiilor în metale preţioase, obţinute la flotarea minereurilor complexe.

Mine, Petrol, Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.7 :622.349.2/21 :622.361. 1

Fekete, E. şi Nemeth, L. *Experienţa Întreprinderii miniere Dobreşti în spălarea minereurilor de aluminiu formate din bauxită şi argilă*

Autorii prezintă o analiză critică a tehnologiei aplicate iniţial pentru prepararea bauxitei la I. M. Dobreşti, fluxul tehnologic îmbunătăţit, modificările de ordin funcţional, avantajele tehnico-economice, concluzii privind aplicarea noului flux şi căile ce urmează a fi abordate pentru realizarea unor indicatori şi mai buni.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.276 : 622.245.4

Pârcălăbescu, I. D. şi Popa, C. Gh. *Apa singenetică — cel mai adecvat dislocuitor al ţiţeiului în condiţii de zăcământ*

Folosind legităţile schimbului ionic în condiţii de zăcământ şi plecînd de la compoziţia chimică a apelor colectate în zonă, s-a creat, printr-un program FORTRAN, un model de amestecare a apelor în vederea găsirii celei mai adecvate ape de injecţie pentru condiţiile fizico-chimice din zăcământ. Modelul demonstrează că partea de bază revine apei singenetice a zăcământului, restul — apelor din zonă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 553.98 :551.24

Barbu Angela, Sali Lolia şi Stănescu, V. *Unele conexiuni între ocurenţa petrolului în România şi modelele tectonicii globale*

Autorii prezintă o sinteză a principalelor contribuţii înregistrate în literatura de specialitate privind asocierea genezei, migrării şi acumulării hidrocarburilor de marginile de plăci în conceptul tectonicii globale, o analiză vizînd integrarea bazinelor petro-gazeifere de pe teritoriul ţării noastre în conceptul tectonicii plăcilor şi concluzii şi sugestii privind direcţiile spre descoperirea unor noi zăcăminte de hidrocarburi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.353.4 :622.355

Cosma, R. *Posibilităţi de valorificare a substanţelor minerale utile din partea nordică a Munţilor Perşani*

Se prezintă informaţii asupra acumulărilor de calcare, dolorite, spilite, serpentinite, jaspuri feruginoase şi tufuri vulcanice din nordul Munţilor Perşani, indicîndu-se posibilităţile de valorificare a unor substanţe minerale utile.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

Informaţii

CONTENTS

C.Z. 622.241.5 :622.271

Fodor, D. and Nicoară, I. *Checking the stability of Southern slope from Cortelu quarry worked out with multipleshot blasting*

The authors present the Cortelu lignite deposit and quarry, the stability of the Southern slope, the working method and the results obtained with multiple-shot blasting in wellholes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.765.622.342

Brâncuşi, A., Gabrian Lidia, Buciu, C., Cioltea, A. and Hauptricht, Gh. *Contributions to the growth of gold and silver recovery coefficient at the flotation of poor complex precious metals ores*

The measures taken in order to eliminate some disturbing factor in the stability of technologic process and to reduce the influence of others are shown. These measures led in the end to a significant improvement of precious metal recoveries at the flotation of complex ores.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.7 :622.349.2/21 : 622.361.1

Fekete, E. and Nemeth, L. *The experience of the Mining Enterprise Dobreşti in washing aluminium minerals from bauxite and caly*

The authors make a critical analysis of the present technology applied at M. E. Dobreşti and give suggestions for an improved technological process, the necessary changes into the flowsheet and show the technical and economic advantages possible to be reached with the new technology.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.276 :622.245.4

Pârcălăbescu, I. D. and Popa, C. Gh. *Magmatic water — the best oil remover from deposit*

Based on the ionic change laws applied in the natural oil deposit conditions and taking into account the chemical composition of the underground waters a model is built up in a FORTRAN program in order to find out the best composition of the injection water, The model shows the singenetic water as the basic agent followed by the common regional water.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 553.98 :551.24

Barbu Angela, Sali Lolia and Stănescu, V. *Some conexions between the oil occurence and global tectonic models in Romania*

The authors present a synthesis on the main contributions to be found into the technical literature regarding the relations between the genesis, migration and accumulation of the hydrocarbons taking into account the global tectonic conception with the aim to integrate the oil gas basins located on the Romanian territory. Conclusions and suggestions on the ways to discover new hydrocarbon deposits are given

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.353.4 :622.35

Cosma, R. *Possibilities to turn into good account useful minerals from the Northern part of Perşani Mountains*

Information on the accumulations of limestone, dolerite. serpentinite, ferruginous jasper and tuffs from the Northern part of Perşani Mountains are presented together with recommended indications on the possibilities to valorize some useful minerals.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

Information

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.241.5 :622.271

Фодор, Д. и Никоарэ, И. *Проверка устойчивости южного откоса карьера Кортелу и его выемка В. В., в скважинах большого диаметра*

Авторы представляют месторождение и карьер Кортелу, устойчивость южного фланга этого карьера, проведенные работы и результаты, полученные при выемке скважинами большого диаметра, расположенными гнездами.

Ключевые слова: карьер, устойчивость, откос, скважины большого диаметра, гнезда, В. В.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.765 :622.342

Брынкуш, А., Габриан Лидия, Буччу, Ч., Чолтя, А. и Хауптрихт, Г. *Вклад к повышению извлечения золота и серебра при флотации бедных полиметаллических руд с содержанием драгоценных металлов*

Представлены мероприятия, принятые в целях устранения некоторых факторов отрицательно влияющих на устойчивость технологического процесса и уменьшения влияния других факторов, в результате которых удалось значительно повысить извлечения в драгоценных металлах при флотации полиметаллических руд.

Ключевые слова: полиметаллические руды, извлечения, драгоценные металлы, флотация

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.7 :622.349.2/21 :622.361

Фекете, Э. и Немет, Л. *Опыт горнорудного предприятия Добрешть при промывке глинистых бокситов*

Авторы представляют критический анализ технологии, принятой в начале на предприятии для обогащения бокситов, усовершенствованый технологический поток, изменения при работе соответствующего оборудования, технико-экономические преимущества, выводы работы по повышению показателей.

Ключевые слова: глинистые бокситы, промывка, технико-экономические показатели.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.276 :622.245.4

Пыркэлэбеску, И. Д. и Попа, К. Г. *Магнитная вода—наиболее подходящий вытеснитель нефти в условиях залегания*

Применив закономерности ионного обмена в условиях залегания месторождения и исходя из химического состава собираемых в данной зоне вод, была создана с помощью программы ФОРТРАН-модель смешивания вод, в целях изыскания наиболее подходящей для физико-химических условий месторождения вод наг-

нетания. Модель указывает на то, что основная часть принадлежит сингенетической воде, а другая-зональным водам.

Ключевые слова: магнитная вода, сингенетическая вода, вытеснитель, нефть, условия залегания.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 553.98 : 551.24

Барбу Анджела, Сали Лолиа и Стэнеску, В. *Некоторые взаимосвязи между проявлениями нефти в Румынии и моделями общей тектоники*

Авторы обобщают основные материалы, опубликованные в технической литературе, касающиеся связи между генезисом, миграцией и скоплением углеводородов с одной стороны и блоками общей тектоники с другой стороны, представляя анализ интеграции нефтогазоносных бассейнов на территории нашей страны, а также выводы и предложения, касающиеся направлений работ, в целях выявления новых месторождений углеводородов.

Ключевые слова: проявления нефти, тектоника, генезис, миграция, скопление

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.353.4 :622.355

Косма, Р. *О возможностях освоения месторождений минеральных полезных ископаемых северной части Гор Першань*

Представлены информации о скоплениях известняка, долоритов, спилитов, серпентинитов, железорудных яшм и вулканических туфов северной части Гор Першань, указывая возможности освоения этих месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: месторождение, известняк, долорит, спилит, серпентинит, яшма, туф

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

Информации

SOMMAIRE

C.Z. 622.241.5 :622.271

Fodor, D. et Nicoară, I. *Le contrôle de la stabilité du talus sudique de la carrière Cortelu et son exploitation par charge multiple*

Les auteurs présentent le gisement et la carrière Cortelu la stabilité du flanc sudique de la carrière, le mode de travail et les résultats obtenus à l'excavation du massif par charge multiple disposée en trous de grand diamètre.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.765 :622.342

Brâncuşi, A., Gabrian Lidia, Buciu, C., Cioltea, A. et Hauptricht, Gh. *Contributions à l'accroissement du coefficient d'extraction de l'or et de l'argent à la flottation de minerais complexes pauvres en métaux précieux*

Sont présentées les mesures adoptées pour éliminer quelques facteurs perturbateurs pour la stabilité du processus technologiques et l'affaiblissement des autres, mesures qui ont conduit finalement à l'amélioration considerable de l'extraction des métaux précieux obtenue à la flottation des minerais complexes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.7 :622.349.2/21 :622.361.1

Fekete, E. et Nemeth, L. *L'experience de l'Entreprise Minière Dobreşti au lavage des minerais d'aluminium composés de bauxite et argile*

Les auteurs présentent une analyse critique de la technologie appliquée à présent pour la préparation de la bauxite à l'Entreprise Minière Dobreşti, le flux technologique amélioré, les changements d'ordre fonctionel, les avantages techniques et économiques, ainsi que les conclusions sur l'application du nouvel flux et les voies qui doivent les aborder pour obtenir quelques indicateurs supérieures.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.276 :622.245.4

Pârcălăbescu, I. D. et Popa, C. Gh. *L'eau syngenetique — le meilleur agent pour disloquer le pétrole dans les conditions de gisement*

Basés sur les lois de l'échange d'ions le conditions de gisement et partant de la composition chimiques des eaux collectés dans la zone, les auteurs out créé à l'aide d'un programme FORTRAN un modèle de mélange des eaux pour trouver le meilleur eau d'injecton pour les conditions physico-chimiques de gisement. Le modèle a démontré le rôle principal revient à l'eau syngenetique du gisement et le rest aux eaux de la zonne.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 553.98 :551.24

Barbu Angela, Sali Lolia et Stănescu, V. *Quelques connexion entre l'occurence du pétrole en Roumanie et les modèles de la tectonique globale*

Les auteurs présentent un synthèse des principales contributions enrégistrées dans la littérature de spécialité sur la liaison entre la génèse, la migration et l'accumulation des hydrocarbures aux bords des plaques dans la conception de la tectonique globale. L'analyse vise l'intégration des basins de pétrole et gaz qui se trouvent sur le territoire de notre pays dans la conception de la tectoniques des plaques et les conclusions et les suggestions sur les directions de découvrement de quelques nouveaux gisements de hydrocarbures.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.353 :622.355

Cosma, R. *Possibilités de valorisation des substances minérales utiles de la part du nord des monts Perşani*

Sont présentées des informations sur les accumulations de calcaires, dolorites, spilites, serpentinites, jaspes ferrugineux et tufs volcaniques de la part du nord des monts Perşani. Sont indiquées les possibilités de valorisation des quelques substances minérales utiles.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

Information

INHALT

C.Z. 622.241.5 : 622.271

Fodor, D. und Nicoară, I. *Die Prüfung der Stabilität, der nordische Böschung in der Cortelu Tagebau und ihre Gewinnung mit Abschlag mit grosser Schusszahl*

Die Verfassern stellen die Lagerstätte und den Tagebau von Cortelu, die Stabilität der südischen Böschung und die Abbaumethode mit Grosslochpresigung in Mehrpunktschiessen dar.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.765 :622.342

Brâncuşi, A., Gabrian Lidia, Buciu, C., Cioltea, A. und Hauptricht, Gh. *Beitrag zur Steigerung des Vorratsmutzungs-Koeffizientes für Gold und Silber nach der Flotation der komplexe Erze mit geringwertige Edelmettale*

Die getroffene Massnahmen für die Beseitigung einiger störenden Faktoren im technologischen Prozess sind dargelegt. Am Ende diese Massnahmen nach einer bedentende Verbesserung des Vorratsmutzungs-Koeffizientes in Edelmettale haben geführt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.7 :622.349.2/21 :622.361.1

Fekete, E. und Nemeth, L. *Die Erfahrung des Bergwerks Dobreşti in der Vaschung der Aluminiumerze von Bauxit und Ton ausgebildet*

Die Verfassern stellen eine kritische Analyse der aktuelle Technologie für die Aufbereitung des Bauxites, die verbes serte Technologie und die funktionelle Anderungen, die technische und wirtschaftliche Vorteilungen wie die neue verbesserte Indikatoren dar.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.276 :622.245.4

Pârcălăbescu, I. D. und Popa, C. Gh. *Das syngenetisches Wasser der angemessente Dislokations agent des Erdöls in Lagerstätte*

Mit Hilfe der Ionenaustausch Gesetze unter Lagerstätte Bedingungen und aufgrund der chemische Zusammensetzung des gesammelte Wassers eine FORTRAN Programm war gebildet für eine Mischungsmodell von Wasser mit dem Ziel das angemessente Wasser für die Injektion in Lagerstätte Bedingungen zu finden. Das Modell demonstriert dass der Hauptteil ist für das syngenetische Wasser des Lagerstättes zukommen, und der Rest für das gesammelte Wasser.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 553.98 :551.24

Barbu Angela, Sali Lolia und Stănescu, V. *Einige Verbinden zwischen der Erdöllagerung in Rumänien und die globale tektonische Modelle*

Die Verfassern stellen eine Synthese der hauptsächliche Beitrage über die Verbindung zwischen die Genesis, Migration und Kohlenwasserstoffe Akkumulationen in der Konzeption der globale Tektonik dar. Die Analyse hat der Ziel die Integrierung der Erdöl und Erdgas Becken von unsere Lande in der Konzeption der tektonischen Platten und Richtungen für die Entwicklung von neuen Kohlenwasserstoffe Lagerstätten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

C.Z. 622.353.4 :622.355

Cosma, R. *Die Möglichkeiten für die Verwertung der nützliche Mineralien auf die Nordseite der Perşani Berge*

Berichte über die Akkumulation von Kalk, Doleriten, Serpentinen eisene Jaspern und vulkanische Tuffe aus die Nordseite der Perşani Berge mit Empfehlungen für die Verwertung einiger nützliche Mineralien.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 8, 1981

Nachrichten

Realizări și perspective în munca minerilor noștri

Politica dezvoltării bazei de materii prime a României și a valorificării combustibililor solizi a fost abordată de conducerea partidului la Congresul al IX-lea P.C.R. din 1965 cînd, de fapt, s-au făcut previziuni asupra declanșării crizei energetice mondiale.

Prin amploarea care s-a dat dezvoltării extracției de cărbune, cu sublinierea valorificării lignitilor din Oltenia, în raportul la Congresul al IX-lea P.C.R., tovarășul **Nicolae Ceaușescu** spunea „O deosebită atenție se va acorda bazei energetice, acțiune care, necesitînd o perspectivă mai îndelungată, a impus elaborarea programului de 10 ani. Orientarea prevăzută în acest domeniu constă în creșterea mai accentuată a producției de cărbune și dezvoltarea amenajărilor hidrotehnice, economisirea de hidrocarburi în vederea utilizării lor superioare în industrie ca materie primă".

În programul Partidului Comunist Român de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintarea României spre comunism, aprobat la Congresul al XI-lea P.C.R., sînt prevăzute măsuri concrete cu privire la rolul lignitului pentru asigurarea energiei electrice din cărbune în termocentralele ce s-au construit în zonă, cu o putere instalată de circa 4 000 MW.

În acest scop s-au alocat importante fonduri de investiții pentru dezvoltarea bazei energetice a țării, o atenție deosebită acordîndu-se dezvoltării extracției lignitului prin mine și cariere.

S-a stabilit ca lucrările geologice să fie orientate, cu precădere, spre creșterea rezervelor de resurse energetice, în care sens s-au extins lucrările de cercetare pentru descoperirea de noi rezerve de cărbune în Oltenia pe o suprafață de peste 120 km^2.

Numai în cincinalul 1976—1980 s-a alocat o valoare de investiții de circa 15 miliarde lei pentru dotarea minelor și carierelor cu complexe de înaltă tehnicitate și productivitate, punîndu-se în funcțiune minele Mătăsari, Drăgotești, Albeni, Urdari, Rogojelu, Motru-Vest și carierele: Lupoaia, Peșteana-Sud, Tismana-II, Jilț-Sud, Poiana ș.a.

În ciuda condițiilor grele de zăcămînt și a lipsei de experiență, unitățile miniere ale Gorjului, de la punerea lor în funcțiune, au extras peste 150 milioane tone de lignit, din care exploatările la zi au realizat aproape 90 milioane tone. Extracția rezultată din cariere nu ar fi fost posibilă fără descopertarea unui volum de peste 220 milioane metri cubi de steril, ceea ce pune în evidență efortul mare care s-a depus pentru excavarea, transportul și haldarea volumelor respective.

S-ar putea spune că pentru țara noastră faptul că am început valorificarea lignitilor în deceniul al șaptelea al secolului al XX-lea, avînd posibilitatea dotării unităților miniere cu utilaje de ultimă creație, depășind etape însemnate parcurse de țările avansate în acest domeniu, a constituit un mare avantaj.

Referindu-ne la utilizarea complexelor mecanizate din dotarea minelor în anul 1980, la nivelul Combinatului minier Oltenia s-au realizat, în medie, 220 mii tone/an și complex (276 mii tone/an la Roșiuța, 233 mii tone/an la Leurda și 287 mii tone/an și complex la mina Urdari). În această perioadă utilizarea în timp a complexelor mecanizate în funcțiune a fost de 86,1%, iar folosirea combinelor de înaintare în procent de 84%.

Vitezele medii lunare de avansare realizate în abataje pe anul 1981 au fost de 112 m la Urdari, 65,5 m la Albeni și 72,6 m la mina Leurda, cu o lungime medie a abatajelor de 78 m.

În exploatările la zi procesele productive și neproductive au fost mecanizate în proporție de 100%, excavarea, transportul și haldarea efectuîndu-se cu utilaje de înaltă productivitate.

Ritmul de creștere al volumelor de excavare anuale a fost de 15—20%, reușindu-se ca în anul 1980 ponderea extracției lignitului din Gorj să fie de 56% din producția de cărbune a țării.

Din cauza condițiilor specifice de zăcămînt, cercetarea, proiectarea și activitatea tehnologică din mine și cariere a trebuit să soluționeze problemele legate de elaborarea schemelor de asecare, dimensionarea liniilor de front, perimetrarea cîmpurilor miniere, limitarea extracției în cariere, față de subteran, și raționalizarea proceselor tehnologice și netehnologice din unitățile miniere.

În acest sens trebuie subliniat efortul intelectual și de cercetare care a avut o influență hotărîtoare asupra dezvoltării bazinelor miniere din Oltenia. Astfel, deși la exploatările miniere din Motru actualmente se lucrează cu un singur tip de combină

de abataj, au fost experimentate nouă tipuri pînă s-a ajuns la cea mai adecvată mașină, iar pentru a se ajunge la tehnologiile actuale de susținere s-au încercat peste 25 de tipuri.

Studierea regimului de presiune în abatajele cu front lung, prin echiparea integrală a unui frontal la Ploștina pentru măsurarea presiunii, a condus la cunoașterea modului de manifestare a presiunii din tavan și vatră, respectiv la alegerea celui mai adecvat sistem de susținere.

La asecarea formațiunilor acvifere, au fost studiate și experimentate, în timp, diverse metode de reducere a nivelului ascensional al apelor, printre care amintim: vacuumarea, injectarea de aer comprimat, filtre de cădere și altele.

Experiența acumulată cu ocazia deschiderii și punerii în funcțiune a carierelor Balta Unchiașului, Cicani, Beterega și Gîrla, precum și a minelor Horăști, Ploștina și Leurda, a creat premizele generalizării unor metode de exploatare verificate, iar geometria carierelor și scheletul minelor a fost corectat pe baza rezultatelor cercetărilor efectuate.

Tot mai multe fabrici și uzine din țara noastră participă la utilarea minelor și carierelor cu utilaje a căror tehnicitate și productivitate este comparabilă cu a utilajelor similare pe plan mondial. S-a reușit asimilarea și fabricarea curentă în țară a complexelor mecanizate, a combinelor de abataj și de înaintare, precum și a transportoarelor cu raclete, care funcționează cu rezultate bune.

În decursul timpului au fost verificate combinele, complexele mecanizate și sistemul de susținere folosit în galerii. La galerii, de exemplu, s-au înregistrat recorduri de pînă la 1 100 m/lună.

În paralel s-au executat, în cooperare, excavatoarele cu roată și cupe de tipul SchRs—1400 care, prin rezultatele lor în procesul de excavare, nu se deosebesc de utilajele din străinătate.

În prezent exploatările la zi sînt dotate cu 29 complexe de excavare, transport și haldare, însumînd 29 excavatoare cu roată și cupe, peste 130 km benzi, 15 mașini de haldat, mașini de săpat canale, macarale, trailere, dispozitive de rulat și derulat covoare de cauciuc, prese de ridicare ș.a., iar la minele subterane, numai în ultimii trei ani, au fost achiziționate și puse în funcțiune 71 complexe mecanizate de abataj, 49 combine de abataj și 90 combine de înaintare.

Toate acestea au făcut ca nivelul mecanizării proceselor de lucru să fie realizat în proporție de 100%, ușurînd efortul oamenilor în condițiile unei productivități ridicate.

Dezvoltarea extracției lignitului în Gorj s-a bucurat de o atenție deosebită din partea conducerii superioare de partid și de stat, respectiv a secretarului general, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, care a analizat, la fața locului, mersul industriei noastre extractive în anii 1974, 1977, 1979, 1980 și 1981, dînd indicații prețioase cu privire la valorificarea în scopuri energetice a lignitului.

La adunarea populară de la Rovinari, în anul 1979, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, subliniind necesitatea dezvoltării extracției de cărbune, spunea „Numai în bazinul Gorjului trebuie să se dea circa 50 milioane tone, ceea ce va face ca el să ocupe primul loc în țară din punctul de vedere al producției de cărbune. De aceea problema cărbunelui și a centralelor termoelectrice pe cărbune constituie problema numărul unu a dezvoltării, în următorul cincinal, a energeticii românești, a asigurării energiei necesare pentru toate sectoarele economiei și pentru întreaga țară".

Ca urmare, s-au luat măsuri ca mecanizarea în continuare să se facă cu utilaje asimilate în țară, în care sens în planul de mecanizare pe cincinalul 1981—1985 au fost prevăzute 116 complexe mecanizate CMA cu trei tipodimensiuni, 62 combine de înaintare, 179 transportoare, instalații de montat panouri de susținere în galerii ș.a.

Pentru exploatările la zi, în programul de mecanizare din actualul cincinal s-au prevăzut 21 excavatoare SchRs—1400, 9 excavatoare SRs—470, 10 mașini de haldat, 35 mii tone transportoare, 71 mașini de săpat canale, 25 lansatoare de conducte și altele, toate prevăzute a se construi în țară.

Aspectele prezentate reflectă efortul partidului și statului pentru dotarea unităților miniere cu utilaje de înaltă productivitate, în care scop în cincinalul 1981—1985 s-a alocat o investiție totală de circa 15 miliarde lei din care 4,5 miliarde lei construcții-montaj.

La nivelul anului 1985, bazinele miniere din Oltenia vor trebui să asigure 60 milioane tone de cărbune, respectiv 83% din producția de lignit a țării, din care 38 de milioane tone este prevăzut a se asigura din exploatările la zi, ceea ce reprezintă 52% din producția de lignit a țării și 63% din volumul extracției din Oltenia.

Pentru dezvoltarea în continuare a producției se vor menține capacitățile de producție-profil atinse și se vor dezvolta liniile de front la minele Urdari, Rogojelu, Albeni, Tehomir, Cojmănești, Mătăsari și Dragotești, precum și la carierele Roșia de Jiu, Peșteana, Tismana, Poiana și Lupoaia.

Se vor deschide și pune în funcțiune minele și carierele din Husnicioara, Izvorul Aneștilor și Zegujani (Mehedinți), cariera Jilț-Nord și altele.

Dinamica producției prevăzută va fi posibilă de realizat în condițiile efectuării unei pregătiri profesionale și politice a celor peste 31 000 de oameni ai muncii din unitățile Combinatului minier Oltenia și asigurarea participării conștiente a acestora la realizarea sarcinilor mărețe ce revin acestei industrii extractive din Oltenia.

O contribuție de seamă în obținerea acestor rezultate a avut-o și o are și în prezent „ACȚIUNEA—7000", inițiată în anul 1980 de către secretarul general al partidului și președintele Republicii Socialiste România, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, prin care 7000 de oameni ai muncii din Maramureș, Suceava, Iași, Constanța și alte județe, din municipiul București, din cadrul Ministerului Apărării Naționale și din partea Uniunii Tineretului Comunist au adus cu ei o puternică dotare tehnică de lucru — 906 autobasculante, 141 excavatoare, 183 buldozere și 180 de alte utilaje (tractoare, autogredere, autocompactoare, autocisterne etc.) pentru intensificarea descopertării stratelor de cărbune și crearea liniei de front necesare unităților Combinatului minier Oltenia.

Numai în anul 1980 s-au realizat următoarele:

— au fost excavați 8 847 milioane metri cubi, descopertîndu-se o rezervă de cărbune de 1 213 000 tone;

— s-au transportat 300 000 tone cărbune din stocurile existente către termocentrala Rogojelu și punctele de încărcare CFR;

— s-au amenajat suplimentar drumuri și lucrări hidrotehnice în care s-au înglobat 420 000 tone balast;

— au fost finalizate o serie de lucrări pentru creșterea extracției de cărbune la carierele Tismana-II și Peșteana-Nord, descopertarea preliminară a carierelor Rovinari-Est și Tismana-I, terasamentele pentru montarea unei noi benzi la Rovinari-Est.

„Acțiunea 7000" continuă și în anul 1981.

Dezvoltarea producției de lignit din Gorj nu ar fi fost posibilă fără executarea și punerea în funcțiune a unui volum însemnat de lucrări civile și industriale, printre care menționăm: satele noi Bălești și Drăguțești, orașul Rovinari, colonii și un volum însemnat de apartamente în orașul Tg. Jiu, Motru și Mătăsari.

Față de progresul făcut, se poate sublinia că oamenii de aici sînt capabili să învingă propriile lor neajunsuri și condițiile naturale deosebite pentru a se situa deasupra tuturor greutăților care apar în calea valorificării cărbunilor în scopuri energetice.

Aspectele prezentate reflectă procesele complexe statornicite între condițiile naturale care au impus dotarea carierelor și minelor cu utilaje de înaltă tehnicitate și productivitate, pe de o parte, și între factorul **OM**, pe de altă parte, într-o relație dinamică de participare la extragerea cărbunelui atît de necesar producerii energiei electrice.

Exploatările la zi și minele de cărbune au transformat nu numai reliefuI regiunii, ci și nivelul și cursul vieții oamenilor, prin legarea lor de o ramură industrială cu tehnicitate avansată, ceea ce a determinat ridicarea nivelului de pregătire profesională și de cultură generală a acestora.

★

Dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 impune, ca o necesitate primordială, creșterea în ritmuri susținute a producției în ramurile chemate să asigure resursele de materii prime și energetice. În expunerea sa la recentul Congres al Consiliilor oamenilor muncii, tovarășul **Nicolae Ceaușescu** a subliniat puternic că în acest cincinal trebuie să intensificăm activitatea geologică pentru descoperirea și punerea în valoare a noi substanțe utile, să asigurăm realizarea în întregime a prevederilor privind producția de cărbune.

În strînsă concordanță cu programul partidului și Directivele Congresului al XII-lea, în bazinul carbonifer al Văii Jiului, prin extinderea capacităților existente și punerea în funcțiune de noi capacități, producția brută de huilă va crește pînă în anul 1985 cu 55%, ajungînd la 15 milioane tone. Concomitent, pentru reducerea efortului valutar al economiei naționale, în anul 1985 întreaga producție de huilă va fi spălată pentru cocs, acoperind astfel jumătate din cantitatea de cărbune cocsificabil necesară în metalurgie.

Am început acest cincinal — a cărui caracteristică generală o constituie trecerea de la dezvoltarea extensivă la cea intensivă, realizarea unei noi calități a muncii și a vieții — mai bine pregătiți din toate punctele de vedere.

La temelia actualului cincinal stau realizările obținute în cincinalul încheiat care, pentru bazinul minier Valea Jiului, a însemnat etapa experimentării tehnicii miniere moderne și extinderii mecanizării operațiilor de susținere și tăiere a cărbunelui cu complexe de abataj și a transportului minier, etapa definirii principalelor căi de sporire, în continuare, a producției de cărbune și de creștere a eficienței economice a întregii activități. Sporul de producție de 880 mii tone la cărbune brut, 750 mii tone la cărbune net și aproape 500 mii tone la cărbune spălat pentru cocs, a fost realizat pe seama dezvoltării capacităților de producție, introducerii mecanizării în procesele tehnologice, creșterii productivității muncii și folosirii mai raționale a forței de muncă. La baza activității de deschidere și modernizare a minelor au fost puse concepții noi care, în condițiile dificile de zăcămînt ale bazinului nostru, să permită concentrarea producției în limite raționale. În acest context, la nivelul abatajului s-a schimbat structura metodelor de exploatare prin creșterea ponderii abatajelor cu front lung, care permit mecanizarea principalelor operații tehnologice, prin folosirea de mașini și utilaje moderne. Este semnificativ că în prezent metoda de exploatare cu abataje cu front lung participă în producția bazinului cu o pondere de peste 67%. Ca urmare s-a generalizat susținerea metalică (66,5%) cu stîlpi hidraulici fabricați în țară și este în continuă extindere susținerea cu complexe mecanizate.

Aplicîndu-se principiile avute în vedere la elaborarea programului de mecanizare, acțiunea de introducere a mecanizării complexe în abataje s-a axat, în mod deosebit, pe experimentarea și îmbunătățirea continuă a tehnologiei de susținere cu complexe mecanizate a abatajelor frontale din stratul principal sub tavan artificial, ajungîndu-se în prezent ca ponderea producției extrase cu aceste complexe să crească la 42% în totalul producției. În anii cincinalului încheiat, prin introducerea și extinderea susținerii și tăierii mecanizate în abataje, numărul complexelor din dotare a crescut de la 1 în primul an al cincinalului la 40 în 1980, iar producția medie zilnică realizată cu aceste utilaje a atins, la mijlocul acestui an, 8 150 tone, în timp ce productivitatea muncii a înregistrat un spor de 57,1%, față de media obținută pe totalul abatajelor.

Rezultate superioare s-au obținut la Întreprinderea minieră Lupeni în abatajele mecanizate din stratul 3, sub tavan artificial, unde producția medie pe abataj a crescut de la 463 tone/zi în anul 1978, la 765 tone/zi în 1980, iar productivitatea medie a muncii, de la 7,62 la 11,91 tone/post, cu vîrfuri lunare de 16—17 tone/post. În abatajele sub tavan natural, dotate cu echipamente asimilate în fabricație, tip SMA-2, în stratele 15 și 5 de la Lupeni se realizează productivități medii lunare între 12 și 16,6 tone/post, iar la Întreprinderea minieră Paroșeni, în stratul 13, producții de 656 tone/zi și productivități de 21,1 tone/post.

În lucrările miniere de deschidere și pregătire s-au extins tehnologiile de săpare cu combine de înaintare în steril și cărbune, care au asigurat mecanizarea tăierii și încărcării, creșterea vitezei de înaintare și a productivității muncii. În anul 1980 unitățile miniere din Valea Jiului au dispus de 49 combine, ponderea lucrărilor săpate mecanizat fiind de 32,3%.

Prin valorificarea cercetărilor încheiate în această direcție s-a trecut la susținerea lucrărilor miniere principale cu prefabricate grele din beton armat, montate mecanizat, cu care se asigură viteze de avansare superioare cu peste 50%, reducerea consumurilor de materiale cu circa 10% și creșterea productivității muncii cu peste 30%.

Continuarea, în ritmuri mai susținute, a dezvoltării și modernizării producției de cărbuni, trecerea la o nouă calitate în întreaga noastră activitate economico-socială, valorificarea întregului potențial uman și material în condițiile unei eficiențe maxime constituie preocupările noastre majore în actualul cincinal. Pe baza prevederilor actualului plan cincinal, acordăm o atenție deosebită extinderii lucrărilor geologice, pentru punerea în evidență și valorificarea a noi rezerve de huilă. Pentru creșterea gradului de cunoaștere a rezervelor existente și promovarea lor la categorii superioare, pentru ca asigurarea nivelului lucrărilor miniere prevăzute în studiile de inginerie tehnologică să fie exploatate cu mijloace mecanizate cu tehnologii moderne, vor fi executate lucrări miniere și foraje subterane în valoare de aproape 400 milioane lei la zăcămintele Livezeni, Dîlja, Bărbăteni și altele. O atenție deosebită acordăm intensificării programului de cercetări în perimetrele noi Răscoala, Petrila-Sud și Iscroni, unde sînt prevăzute producții în actualul cincinal și în zonele din extremitățile bazinului și există premize ca rezervele din aflorimentul stratului 3 să fie valorificate prin exploatarea la zi. Este relevant că în actualul cincinal vor fi deschise, pregătite și puse în exploatare cîmpurile miniere Hobiceni, Petrila-Sud, Iscroni, Răscoala, Cîmpu lui Neag, care vor asigura 12,2% din totalul producției extrase.

Ca o expresie a accentuării procesului de trecere de la dezvoltarea extensivă la cea intensivă a producției de cărbuni, în actualul cincinal ponderea cea mai importantă a sporului de producție se va realiza prin dezvoltarea intensivă a activității la minele existente — ceea ce la nivelul anului 1985 reprezintă 34,7%. În acest sens se va extinde exploatarea cărbunelui prin abataje dotate cu complexe mecanizate care, la nivelul anului 1985, va avea o participare de 40% în producția extrasă în condițiile creșterii productivității muncii cu 30,7%, față de realizările actuale.

Minele vor fi dotate cu noi tipuri de complexe pentru mecanizarea susținerii și tăierii cărbunelui, cu caracteristici constructiv-funcționale superioare, care vor acoperi înălțimi de lucru cuprinse între 0,55 și 5,4 m.

Pe lîngă efortul de dotare cu utilaje moderne a minelor, care vor dispune de circa 70 complexe la nivelul anului 1985, acționăm pentru perfecționarea tehnologiilor de lucru aplicate în abataj, în vederea creșterii vitezelor pe abataj și utilizării intensive a dotării, îmbunătățirea continuă din punct de vedere constructiv și funcțional a complexelor, adaptarea lor la condițiile de zăcămînt și reducerea diversității acestora, stabilirea regimului optim de funcționare și de reparație și creșterea indicilor de utilizare.

Totodată, vor fi soluționate punctele de strangulare tehnologică ce mai persistă în abatajele complex mecanizate (zonele extreme ale abatajului, intersecția cu lucrările de pregătire) și se vor experimenta mijloacele pentru mecanizarea abatajelor în stratele cu înclinare mare.

Pentru metoda de exploatare cu abataje cameră, cu o arie de aplicare actuală de 30% din volumul producției, se vor stabili căile posibile de mecanizare a tehnologiei și, în final, de restrîngerea a metodei, prin înlocuire cu alte metode mai eficiente.

Concomitent, se fac cercetări pentru punerea la punct a unor tehnologii de lucru care vizează și exploatarea unor rezerve cantonate în strate subțiri și foarte subțiri, strate cu înclinare mare (peste 40°) prin mijloace mecanizate, a rezervelor din pilierii de protecție, reducerea pierderilor de exploatare.

Volumul sporit de lucrări miniere ce se cer realizate, reprezentînd în cincinal, la nivelul bazinului, circa 190 km deschideri și peste 600 km pregătiri, face ca ponderea săpării mecanizate să se dubleze, iar minele să beneficieze în 1985 de circa 90 combine de înaintare pentru steril și cărbune. Pentru rocile cu tărie ridicată vor fi perfecționate tehnologiile de săpare convențională prin perforare-împușcare, odată cu crearea mijloacelor adecvate pentru mecanizarea principalelor operații tehnologice.

În paralel cu modernizarea tehnologiilor de săpare se vor realiza noi procedee și tehnologii de susținere, care să asigure lucrările miniere, în condițiile incidenței negative a creșterii adîncimii de exploatare asupra susținerii acestora, se vor reconsidera forma și secțiunea lucrărilor, în sensul optimizării lor în raport cu dotarea tehnică a minelor.

În vederea creșterii indicatorilor de utilizare a dotării tehnice se vor perfecționa soluțiile tehnice și organizatorice pentru activitățile de transport, montare, demontare a utilajelor de mecanizare din subteran. În acest sens, se vor elabora sisteme de lucrări de pregătire adecvate și asigura dispozitive de mecanizare corespunzătoare, organizarea superioară a activității de întreținere, revizii și reparații, elaborarea de norme fundamentate științific pentru aceste lucrări.

Programul de dotare a minelor prevede, de asemenea, introducerea automatizării proceselor tehnologice pe principalele operații și utilaje din fluxul general (transportul, controlul și comanda instalațiilor de aeraj, evacuarea apelor, stații de compresoare etc.); îmbunătățirea sistemului informațional și de conducere cu ajutorul calculatoarelor electronice.

În vederea satisfacerii necesarului de cărbune pentru cocs și semicocs, pe baza cercetărilor încheiate, s-au terminat lucrările de modernizare a instalațiilor de preparare a cărbunelui de la Lupeni și Coroești, se vor moderniza instalațiile de la Petrila și va intra în funcțiune noua uzină de preparare din Livezeni, cu o capacitate de 2,25 mil. tone/an, asigurîndu-se în acest mod spălarea întregii producții extrase pentru nevoile siderurgiei; volumul producției de huilă pentru cocs și semicocs, prevăzut la nivelul anului 1985, reprezintă o creștere de 134,5% față de realizările anului 1980, restul masei combustibile din cărbunele extras valorificîndu-se în scopuri energetice.

Ne propunem ca și în continuare să situăm, pe primul plan al preocupărilor noastre, problemele de securitatea muncii, cercetarea noxelor periculoase din subteran, nivelul, dinamica și posibilitățile de reducere a concentrațiilor, efectele de ordin biologic pe care le conferă expunerea în timp, profilaxia îmbolnăvirilor profesionale și creșterea gradului de recuperare a forței de muncă. În aceeași direcție, se va generaliza telecontrolul parametrilor de aeraj și evoluția componentelor periculoase din atmosfera minei, extinderea degazării

locale și centrale a stratelor de cărbune, modernizarea utilajelor electrice în sensul creșterii gradului de siguranță a acestora pentru a răspunde exigențelor crescînde în acest domeniu, creșterea gradului de securitate a zăcămîntului prin extinderea și generalizarea procedeelor de inertizare cu azot în scopuri profilactice și de combatere în zonele predispuse spre autoaprindere sau a tehnologiilor cu aport de substanțe sterile (cenușă de termocentrală și argilă).

Corespunzător sarcinilor calitativ sporite ce ne revin în noul cincinal, ne ocupăm, cu toată grija, de asigurarea și pregătirea forței de muncă. Prin măsurile ce ni le-am propus, vom asigura 23 000 muncitori calificați, reprezentînd o medie anuală de 4 600 cadre ce urmează să fie pregătite — creștere dublă față de cincinalul anterior. În același timp acordăm o atenție deosebită creșterii nivelului tehnic profesional al minerilor în cuprinderea lor în cursuri de perfecționare și policalificare. Anual, vor fi pregătiți în întreprinderi 8 700 muncitori, asigurîndu-li-se însușirea deplină a cunoștințelor profesionale impuse de tehnologiile moderne de lucru din subteran.

Așa cum ne-a cerut secretarul general al partidului, în acest cincinal luăm toate măsurile pentru întărirea disciplinei tehnologice și a muncii, pentru întronarea, la fiecare loc de muncă, a unui climat de ordine și răspundere, pentru bunul mers al producției, pentru realizarea obiectivelor stabilite.

Răspunsul minerilor din Valea Jiului, față de grija permanentă acordată de partid dezvoltării producției de cărbune și îmbunătățirii condițiilor de muncă și de viață, îl constituie hotărîrea lor de a realiza întocmai sarcinile ce le revin în actuala etapă.

Realizările obținute în prima jumătate a anului pe ansamblul combinatului, cînd am depășit planul cu circa 5 000 tone cărbune net și am livrat metalurgiei 124 000 tone cărbune spălat pentru cocs mai mult decît în perioada corespunzătoare a anului trecut, confirmă concordanța dintre plan și posibilitățile noastre, capacitatea colectivelor de muncă miniere de a ridica întreaga activitate la un nivel calitativ superior.

★

Cu ocazia vizitei de lucru, de neuitat, efectuată la Centrala minereurilor Deva, conducătorul partidului și statului, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, a recomandat, atunci cînd nu se punea încă cu atîta acuitate problema materiilor prime și resurselor energetice, intensificarea întregii noastre activități în scopul „lărgirii bazei de materii prime destinate diverselor ramuri industriale".

Urmînd această recomandare, geologii și minerii, întregul colectiv de la Întreprinderea minieră Barza au reușit, într-un timp destul de scurt, să poată raporta astăzi că rezervele de minereu au crescut de peste 50 de ori, iar numărul de substanțe care se valorifică acum din produsele obținute a crescut de la 2 (aur și argint) la 9 (aur, argint, cupru, sulf, plumb, zinc, cadmiu, stibiu, fier).

În cincinalul 1981—1985 va intra în producție noul obiectiv al Întreprinderii miniere Barza — zăcămîntul cuprifer Valea Morii, pentru care s-a proiectat o carieră de capacitate mare cu utilaje moderne, fabricate în întregime în țară, precum și o uzină de preparare cu flux tehnologic automatizat, cu utilaje și aparatură de concepție nouă.

Tot pentru perioada noului cincinal este prevăzut să intre în producție un zăcămînt de minereuri fero-titano-vanadifere, pentru care se definitivează în prezent cercetările privind valorificarea vanadiului și titanului.

La Întreprinderea minieră Moldova Nouă a intrat recent în producție noul zăcămînt de banatite cuprifere cu exploatarea la zi. Dotarea constă din utilaje de mare capacitate : excavatoare cu cupa de 8 m^3, mori autogene de circa 8 000 t/zi și celule de flotație cu volum de 16 m^3, construite în prezent în țară.

Tot aici s-a proiectat și se va construi o instalație de transport aerodepresiv containerizat, între incinta minieră Florimunda-II și Uzina de preparare a minereurilor, reprezentînd o premieră în mineritul nostru, înlocuind transportul auto.

La Întreprinderea minieră Bălan s-a introdus, pentru prima dată la noi în țară, transportul de mare capacitate pe verticală pentru minereuri, proiectîndu-se și executîndu-se o instalație cu skip-colivie, pentru minereuri și persoane.

Instalația permite extragerea a 1 milion tone minereu pe an din subteran, de la o adîncime de 400 m și este completată cu o stație de concasare în subteran. Prin darea în funcțiune a complexului de lucrări s-a redus personalul de deservire de la 27 la 12 pe schimb și s-a micșorat consumul de energie electrică.

De asemenea, au fost atrase în circuitul economic noi substanțe valorificabile existente în zonă. Astfel, calcita de la Ponor-Vața, de o puritate foarte mare, este mult solicitată în industria chimică, a coloranților și a vopselelor, a maselor plastice, a cauciucului, a produselor medico-farmaceutice și de cosmetică.

Urmare a activității proiectanților și cercetătorilor noștri de la ICITPLCIM Deva și a colaborării fructoase cu specialiștii din unități s-a introdus cu succes tehnica nouă, s-au obținut reduceri importante de materiale, carburanți și energie electrică, s-a îmbunătățit întregul climat al muncii din subteran, din uzinele și carierele noastre, din atelierele și din incintele miniere. Astfel, cercetările întreprinse la Mina Ghelar au pus la punct o nouă tehnologie de excavare a camerelor cu încărcături explozive sferice, la actuala metodă de exploatare cu camere, pilieri și rambleiere hidraulică. Diametrul mare al găurilor perforate (90 mm), împușcarea cu încărcături explozive sferice și anticipanta de 2,5—3 m au condus la obținerea unei productivități pe gaură de 17 t/m și respectiv a unei producții pe cameră de 260 t/schimb. De menționat faptul că excavarea cu încărcături explozive sferice a fost experimentată și la tehnologia de exploatare cu surpare în subetaje de la mina Deva, rezultatele fiind asemănătoare.

Pentru perforarea găurilor de mină de diametru mare, atît în cariere cît și în subteran a fost realizată mașina de perforat MARG-130. Perforatorul P-140 cu care este echipată instalația permite realizarea de găuri cu diametre cuprinse între 76 și 130 mm. Mașina poate perfora găuri ascendente cu amplasare în evantai (la tehnologia de exploatare cu surpare în subteraje), precum și găuri descendente și ascendente pentru tehnologia de exploatare cu camere și pilieri, cît și pentru alte tehnologii.

Pentru perforarea cu evantai a fost construită o instalație mobilă, cu două brațe, utilizată la perforarea găurilor lungi cu perforatoare grele, în cadrul metodelor de exploatare de mare productivitate.

O altă instalație importantă pentru industria minieră, concepută, proiectată și realizată în cadrul Centralei minereurilor Deva este instalația de transportat personal și explozivi pe suitorii de mină.

Instalația de semnalizare și blocare pentru mașinile de extracție are scopul de a condiționa posibilitatea funcționării mașinii de extracție, corelat cu poziția ușilor din rampele puțului, cu semnalele primite de la orizonturile de lucru sau la controlul puțului și să asigure blocarea ușilor de la rampele puțului, atît timp cît colivia nu se găsește la orizontul respectiv.

O realizare meritorie este și aceea de a se înlocui unii reactivi de flotație a minereurilor neferoase din import cu subproduse ale industriei petrochimice indigene. Mergînd pe această linie, începînd cu luna mai 1980 la Uzina de preparare Deva s-au înlocuit complet spumanții din import cu subprodusul denumit DM-80, rezultat la fabricarea cauciucului poliizoprenic de la Combinatul petrochimic Borzești.

Omologarea acestui subprodus ca spumant pentru flotația unor minereuri neferoase (cuprifere și complexe) reprezintă o importantă realizare tehnică și o încununare a eforturilor depuse de specialiștii și cercetătorii în prepararea minereurilor de la C.M. Deva, I.C.P.M.M.N. Baia Mare și ICECHIM București.

O grijă permanentă se manifestă și pentru pregătirea și perfecționarea cadrelor sub diferite forme.

Pe lîngă unitățile miniere funcționează cinci grupuri școlare și două licee industriale în care se califică peste 3 500 cadre pe an

Preocupări de seamă s-au înregistrat și pe linia îmbunătățirii condițiilor de cazare și alimentație, cît și pentru combaterea poluării mediului ambiant.

Pentru asigurarea condițiilor sociale, prin construirea de locuințe, cămine, cantine, cinematografe, săli de club, școli și dispensare, s-au alocat fonduri importante, în creștere de la o perioadă la alta.

Cele prezentate mai sus arată preocupările multiple ale colectivelor noastre și sînt în măsură să demonstreze, o dată mai mult, la început de nou cincinal, că sarcinile mari care ne revin pot fi realizate și depășite.

★

Pe drumul parcurs de poporul român în cei 37 de ani de la eliberare pe calea dezvoltării sale libere, programele de industrializare și de creștere a producției principalelor ramuri industriale au fost puternic susținute de creșterea extracției de produse nemetalifere și roci utile, în concordanță cu nevoile mereu crescînde de materii prime ale economiei.

La nivelul actual de dezvoltare și de diversificare a economiei românești, nemetaliferele constituie materiile prime de bază ale industriei chimice, ceramicei, sticlei, materialelor de construcții și sînt indispensabile în metalurgie, construcții de mașini, electronică și electrotehnică, termotehnică, agricultură, zootehnie și altele.

În cadrul politicii de transformare a patriei noastre într-o țară industrial-dezvoltată, prin industrializarea socialistă au fost create premizele pentru o amplă dezvoltare

a industriei extractive, printre care și a celor nemetalifere, fiind rezolvate cu succes, într-un interval de timp scurt, probleme de mare amploare, legate de asigurarea bazei de materii prime, dezvoltarea capacităților de producție, ridicarea nivelului tehnic și calității produselor, creșterea eficienței economice, crearea și dezvoltarea cercetării și proiectării, formarea de cadre muncitorești, tehnice medii și de specialitate, ridicarea gradului de securitate a muncii, a nivelului de trai material și cultural al minerilor.

Pentru creșterea bazei de materii prime nemetalifere, an de an au fost alocate fonduri importante pentru cercetări geologice, acestea reprezentînd 15—20% din totalul fondurilor de cercetare geologică alocate. Astăzi avem în evidență aproape 1 000 de zăcăminte de substanțe nemetalifere și roci utile, reprezentînd peste 50 de substanțe. În ultimii zece ani, prin alocarea în continuare a unor fonduri sporite pentru cercetări geologice și tehnologice, a crescut continuu fondul de rezerve, aproape la toate substanțele; au fost identificate zăcăminte noi, dintre care unele cu potențial însemnat.

Luind ca bază fondurile de investiții alocate pe cincinalul 1951—1955, în cincinalul 1976—1980 acestea au fost de 28 de ori mai mari, iar în perioada 1981—1985 vor crește de 33 ori. Corespunzător investițiilor realizate în perioada 1950—1970, producția globală a crescut de peste 43 ori. Tot în aceeași perioadă numărul substanțelor extrase a crescut de la 8 la 17, iar a sortimentelor livrate la 40.

Cincinalul 1976—1980 a marcat o creștere substanțială a producției. Astfel, la argile refractare și grafit producția s-a dublat, la calcare, cuarțuri, feldspat, bentonită, a crescut cu peste 50%, iar la nisipuri și caolin cu 30%.

Cincinalul 1981—1985 va marca în continuare creșteri importante la toate produsele, îndeosebi la argile refractare, bentonită, cuarțuri.

Astăzi toate produsele nemetalifere se extrag din cariere sau din mine moderne, dotate cu utilaje de mare capacitate.

În dezvoltarea noilor capacități s-a pus accent pe valorificarea mai bună a rezervelor, chiar și a celor de calitate inferioară. Astfel, printr-o tehnologie nouă se valorifică pegmatitele de calitate inferioară de la Muntele Rece, în noua instalație de la Căpuș, obținînd sorturi de feldspat de calitate superioară, mică și cuarț.

Noua instalație de spălare a argilelor refractare de la Suncuiuș, intrată în probe tehnologice, va realiza sorturi de argile omogene și de calitate superioară, contribuind la reducerea substanțială a importului de argile refractare.

Moderna instalație de preparare a caolinului de la Rebrișoara, recent intrată în funcțiune, asigură caolinuri superioare pentru industria ceramicei și materia primă pentru industria papetară.

Prin îmbunătățiri tehnologice succesive la instalația de la Baia de Fier, s-a reușit să se obțină grafit cu conținutul în carbon crescut de la 70 la 98%, reușind să se elimine importul de grafit natural.

În cincinalul 1976—1980 a intrat în funcțiune noua instalație de preparare a bentonitei de la Valea Chioarului, iar în cursul anului 1981 va intra în funcțiune cea de la Sîntimbru.

Cincinalul 1981—1985 pune în continuare în fața noastră probleme deosebite și complexe. Vor intra în circuitul economic noi materii prime, cum sînt sărurile de potasiu și magneziu, de la Tazlău, tufurile vulcanice, se va dubla producția de argile refractare și cea de calcar, prin deschiderea zăcămîntului de calcar de la Băneasa. Se vor înregistra creșteri de producție la toate produsele. În acest cincinal se vor obține produse de mare finețe și puritate, ce vor înlocui produse ce se aduc din import.

Pentru a susține programul grandios de dezvoltare a subramurei, cu creșterea concomitentă a calității produselor, s-a organizat și dezvoltat activitatea de cercetare și proiectare tehnologică și de investiții. Din anul 1974, subramura nemetaliferelor dispune de un institut de cercetare și proiectare proprie, dotat cu personal de specialitate și bază de cercetare modernă, constînd din laboratoare și instalații pilot.

Programul de investiții și de dezvoltări a fost susținut de o intensă activitate de pregătire a cadrelor de muncitori și tehnice medii, subramura nemetaliferelor dispunînd astăzi de licee industriale miniere la Tg. Ocna, Constanța și Aghireș.

În centrul preocupărilor a stat în permanență îmbunătățirea condițiilor de lucru în toate fazele tehnologice ale producției. Toate instalațiile sînt dotate cu utilaje moderne de desprăfuire, care reduc gradul de prăfuire sub limitele admise de normative.

Industria extractivă nemetaliferă a stat în permanență în atenția conducerii partidului și statului nostru. Prin atenția manifestată de conducerea partidului, personal de tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, secretarul general al partidului, acest sector important al economiei a beneficiat de dezvoltări și de sprijin substanțial, îndeosebi în ultimii 16 ani, devenind astfel un sector de bază al economiei românești în plină dezvoltare.

Verificarea stabilității taluzului sudic din cariera Cortelu și extragerea acestuia cu explozivi amplasați în găuri de sondă de mare diametru

Prof. dr. ing. **D. FODOR**
rectorul Institutului de Mine Petroșani
și ing. **I. NICOARĂ**
Întreprinderea minieră Dobrogea

I. Introducere

Cariera Cortelu a fost deschisă în anul 1957, în vederea exploatării unui zăcămînt de baritină. Ulterior, după epuizarea rezervelor de baritină, lucrările la zi au continuat în adîncime pentru extragerea sulfurilor complexe care, în perioada anilor 1970—1976, s-au exploatat prin lucrări miniere subterane. Actualmente, cariera a ajuns la adîncimea maximă de 60 m, în zona de exploatare a flancului nordic, și la 73 m, în zona de exploatare a flancului sudic (fig. 1 și 2).

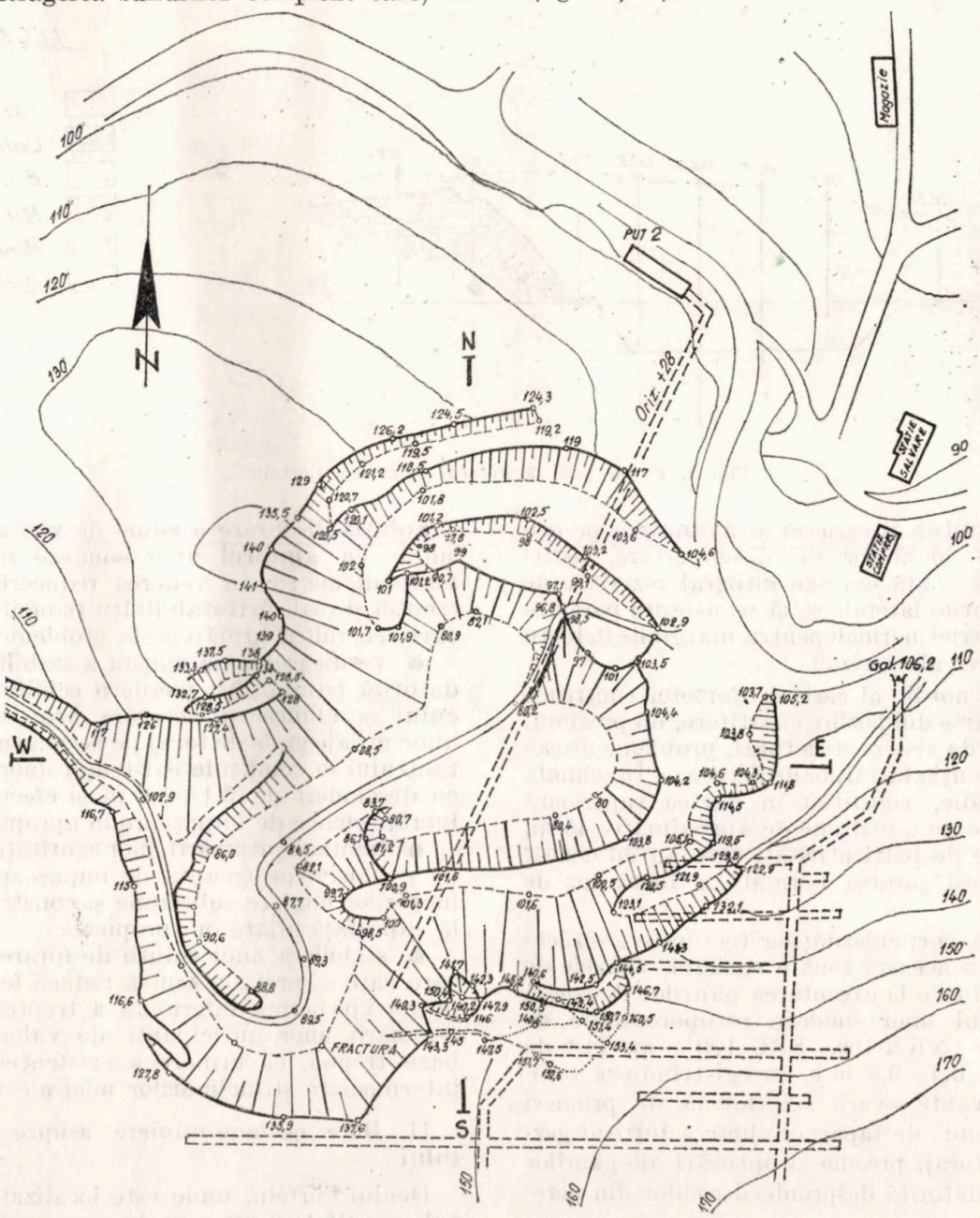


Fig. 1. Cariera Cortelu, plan de situație

Continuarea extracţiei în deplină siguranţă, în special sub cota actuală a vetrei carierei (+80 m), prin lucrări miniere la zi, a presupus, în primul rînd, reducerea înălţimii primelor trepte de la suprafaţă la maximum 30 m pe

Încercarea executării, în flancul sudic al carierei, a unor galerii şi camere de minare a fost abandonată în cele din urmă din cauza pericolului de desprindere şi surpare a unor blocuri de rocă în procesul de săpare a acestor lucrări.

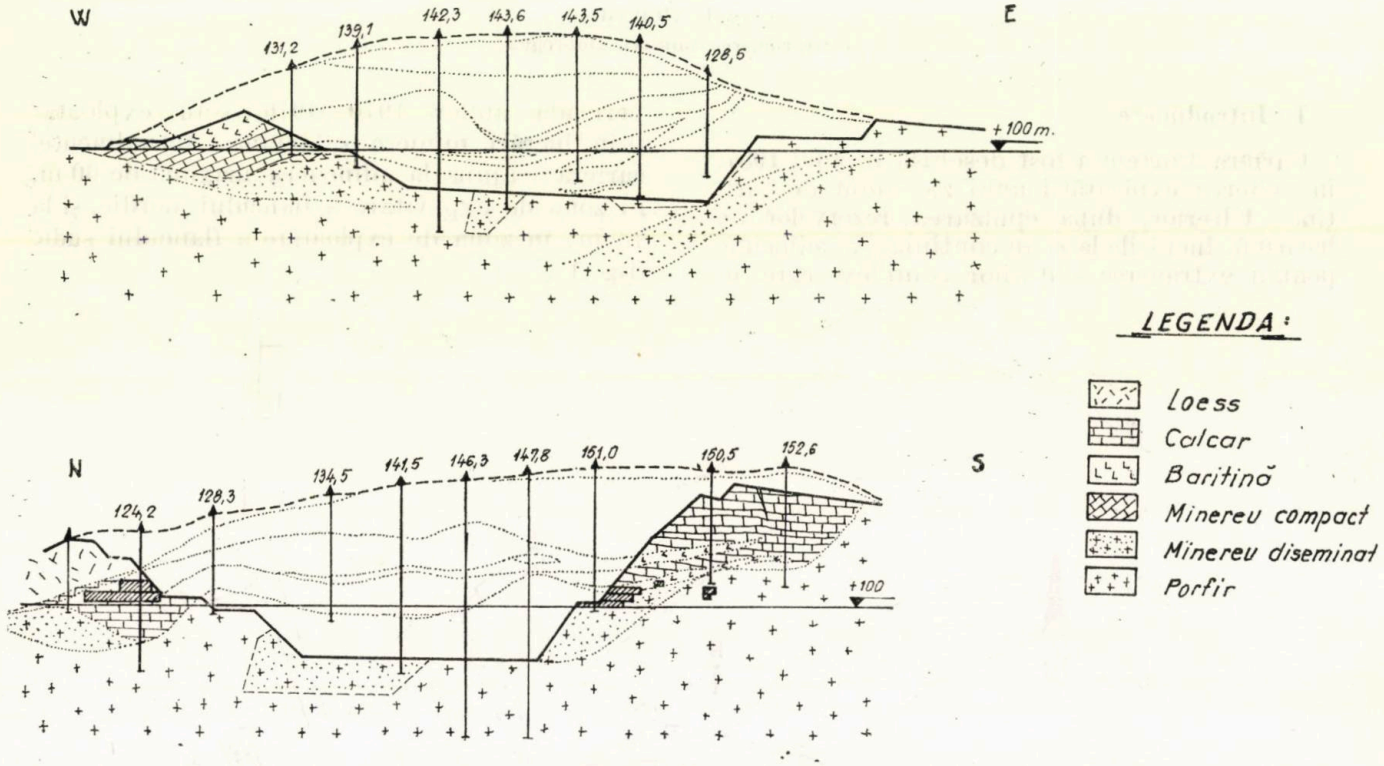


Fig. 2. Profile prin zăcămîntul şi cariera Cortelu

întregul contur al carierei şi avansarea pe orizontală a lucrărilor de descopertare, astfel încît să se poată extrage integral rezervele de sub taluzurile laterale şi să se asigure parametrii geometrici normali pentru marginile în lucru şi definitive ale carierei.

Flancul nordic al carierei Cortelu, constituit în mare parte din porfire cuarţifere, nu prezintă, din punct de vedere structural, probleme deosebite în execuţia lucrărilor de derocare. În schimb, flancul sudic, constituit în partea superioară din calcare pe o înălţime de aproximativ 45 m, are o serie de particularităţi care au influenţat negativ desfăşurarea normală a lucrărilor de derocare.

Datorită particularităţilor tectonice ale zăcămîntului în această zonă a carierei, vitezele de forare obţinute la executarea găurilor de sondă cu ajutorul unor sondeze rotopercutante de tip uşor — NKR-100, SBU-100 — au fost de maximum 0,4—0,8 m/h, înregistrîndu-se totodată frecvente avarii sub formă de prinderi sau înţepeniri de sape sau chiar a întregii garnituri de foraj, precum şi opturări ale găurilor de sondă datorită desprinderii rocilor din pereţii acestora.

Soluţia de forare a zonei de vîrf a taluzului sudic cu ajutorul unor sondeze rotative de mare diametru, în vederea reducerii înălţimii treptei şi realizării stabilităţii flancului sudic al carierei, ridica următoarele probleme:

- verificarea amănunţită a stabilităţii zonei datorită posibilităţii pierderii echilibrului flancului şi alunecării acestuia prin amplasarea unor utilaje grele de foraj pe berma superioară a taluzului în condiţiile existenţei unor crăpături cu deschideri de 0,1÷1,0 m şi efectuării unor lucrări ciclice de împuşcare în apropiere;
- limitarea utilizării unor cantităţi prea mari de explozivi pe treapta de împuşcare datorită lucrărilor miniere subterane şi construcţiilor de la suprafaţă aflate în apropiere;
- stabilirea unor soluţii de forare şi împuşcare care să prevină sau să reducă formarea de praguri pe berma inferioară a treptei, datorită realizării unor anticipante de valori mari la baza treptei, ca urmare a existenţei bermelor intermediare şi înclinărilor mici ale taluzului.

II. Date geologo-miniere asupra zăcămîntului

Dealul Cortelu, unde este localizat zăcămîntul, se află la 3 km sud de comuna Somova şi

12 km nord de orașul Tulcea. Formațiunile triasice din această zonă, ce se înscriu în cadrul unui mare flanc anticlinal, sînt constituite, în principal, din calcare cenușii-negricioase, uneori șistoase, stratificate în bancuri de 0,10 — 0,30 m care sînt străbătute din loc în loc de dyke-uri de porfire cuarțifere ce formează, în fundamentul dealului Cortelu, un corp de mari dimensiuni (fig. 2).

Porfirele cuarțifere, ce sînt, în general, puternic laminate și șistoase, au generat, în special la contactul cu calcarele, procese metasomatice și hidrotermale, rezultînd mineralizațiile de baritină, respectiv sulfuri complexe. Toate aceste formațiuni sînt acoperite de o cuvertură groasă de loess.

Zăcămîntul a fost descoperit în perioada 1952—1956, cînd s-a conturat în această zonă cel mai mare zăcămînt de baritină din țară, iar prin numeroase foraje de explorare executate în acel timp s-au interceptat și mineralizații bogate de sulfuri complexe, neuniform răspîndite, atît la ieșirea din zăcămîntul de baritină, cît și la contactul și în cadrul porfirelor cuarțifere.

Calcarele din acoperiș sînt cvasiorizontale, fiind ușor înclinate (2 — 5°) spre flancul sudic al zăcămîntului.

Întregul pachet de roci sedimentare este afectat de o falie cu direcția NV—SE și cădere spre S—V care a constituit calea principală de acces a diabazelor și porfirelor cuarțifere din regiune. Falia menționată este decroșată la rîndul ei de fracturi cu direcția NNE-SSV și cădere spre V.

Influența factorilor climaterici și, în special, precipitațiile abundente și temperaturile scăzute au cauzat, în timp, alterarea tot mai pronunțată a rocilor din taluzuri, favorizată și de structura intens fisurată a versantului sudic. Ca urmare a alterării, în roci au apărut noi fisuri, goluri, au crescut prozitatea și starea de afînare, s-a redus compactitatea și rezistența rocilor. În acest sens este de remarcat că stressul ce se formează prin procesul de înghеț, de pînă la 2 000 daN/cm², explică deformațiile ce apar pe taluzuri după perioadele de iarnă.

III. Stabilitatea taluzului sudic și influența suprasarcinii asupra coeficientului de stabilitate

Estimarea stabilității versanților și taluzurilor s-a făcut în funcție de caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor, structura geologică și tectonică a masivului.

Parametrii fizico-mecanici necesari pentru estimarea stabilității calcarelor din taluzurile flancului sudic sînt:

— greutatea volumică în stare naturală $\gamma = 2{,}6$ daN/dm³;

— unghiul de frecare internă $\varphi = 35°$;

— coeziunea rocilor $c \cong 24{,}0$ daN/cm².

În rocile stîncoase de orice tip genetic (eruptive, metamorfice sau sedimentare) continuitatea masivului este întreruptă, în primul rînd, de fisurație, de-a lungul căreia caracteristicile de rezistență au o variație destul de mare.

De asemenea, efectul negativ al timpului asupra rocilor, tradus prin fenomenul de alterare, se manifestă prin reducerea treptată a valorilor indicilor fizico-mecanici.

Din aceste cauze, coeziunea rocilor în masiv este mai mică decît cea determinată în laborator și s-a calculat cu expresia:

$$c_m = \lambda . c, \text{ daN/cm}^2 \qquad (1)$$

în care:

c_m este coeziunea rocilor în masiv, daN/cm²;

c — coeziunea rocilor determinată pe eșantioane, în laborator, daN/cm²;

λ — coeficientul de reducere a coeziunii, care este funcție de tipul rocii și caracterul fisurației; pentru roci stîncoase cu fisurație medie și peste medie a masivului se acceptă pentru λ valoarea de 0,05 [8].

Cu valoarea acceptată a coeficientului de slăbire a masivului ($\lambda = 0{,}05$) se determină coeziunea în masiv, rezultînd $c_m = 1{,}2$ daN/cm², adică o valoare reală a coeziunii calcarelor din flancul sudic al carierei de peste 20 ori mai mică față de cea determinată în laborator pe probele prelevate din lucrările geologice de cercetare.

În calculele de stabilitate (fig. 3) s-au ales, de asemenea, cele mai defavorabile elemente geometrice ale zonei sudice ($h = 45$ m; $\alpha = 58°$), adică valorile cele mai mari, cunoscîndu-se că stabilitatea scade odată cu mărirea înălțimii treptei și cu creșterea unghiului de taluz. Pentru estimarea stabilității s-a ales procedeul W. Fellenius — K. V. Terzaghi, care este frecvent folosit în practică pentru calculul și verificarea stabilității taluzurilor.

Pentru determinarea centrului suprafețelor de alunecare în funcție de unghiul maxim de taluz, s-au ales unghiurile $\beta_1 = 29°$ și $\beta_2 = 40°$ date de W. Fellenius.

Împărțirea în fîșii a fiecărei prisme s-a făcut admițîndu-se pentru fiecare fîșie o lățime maximă $b_i = 6$ m și o înălțime h_i măsurată în planul median.

Cu expresia:

$$G_i = b_i . h_i . \gamma \qquad (2)$$

s-a determinat greutatea fiecărei fîșii.

Forța G_i, descompusă în componentele normală N_i, situată în prelungirea razei cercului, și tangențială T_i la suprafața de alunecare, formează cu N_i unghiurile θ_i a căror valoare este variabilă de la o fîșie la alta.

Continuarea examinării celorlalte suprafețe de alunecare s-a făcut luînd pe linia centrelor, obținută prin unirea centrului primei suprafețe

de alunecare O cu un punct M situat în masiv la adîncimea $2\,h$ şi la distanţa $4{,}5\,h$ de la baza taluzului, noile poziţii ale centrelor suprafeţelor de alunecare O_1, O_2... etc., situate la distanţa $0{,}3\,h$ de centrul O.

$R = 115$ m — raza suprafeţei critice de alunecare.

Rezultă :

$$L = 64{,}20 \text{ m.}$$

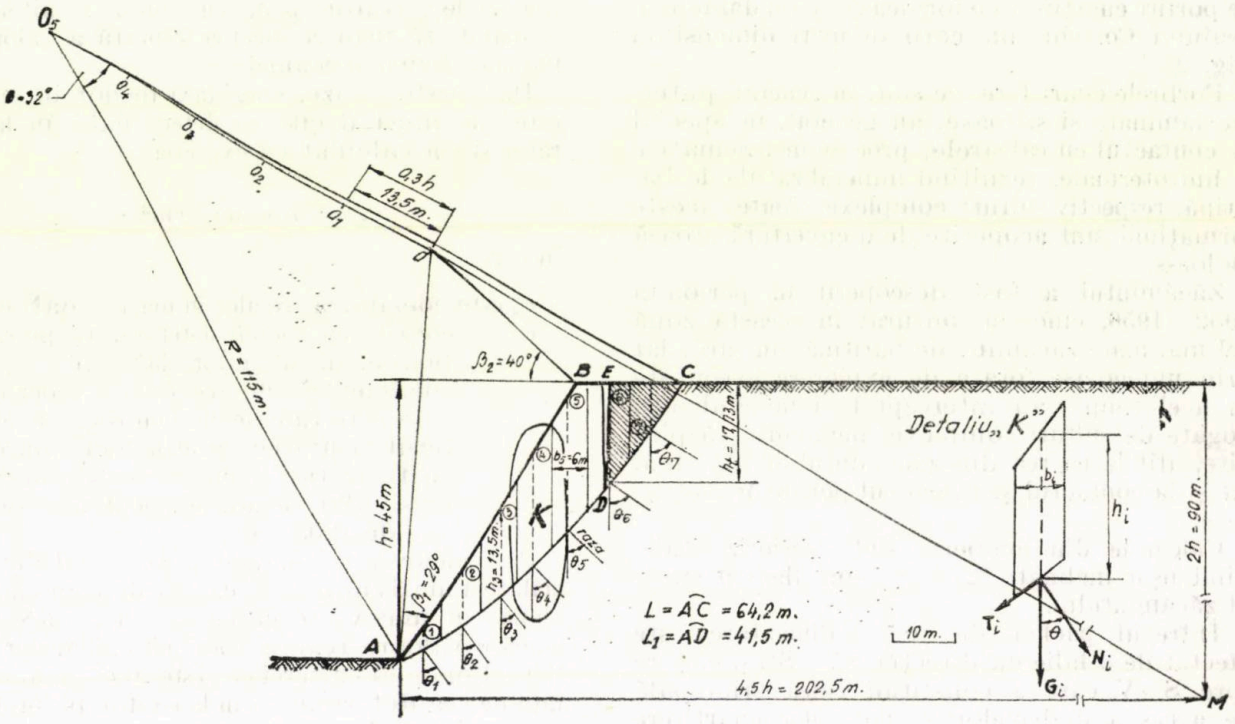


Fig. 3. Schema de calcul a stabilităţii taluzului sudic ; suprafaţa critică de alunecare cu centrul în O_5

Elementele de calcul ale suprafeţei critice de alunecare cu centrul în O_5 sînt reprezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Elementele de calcul, suprafaţa de alunecare $O_5 = O_{cr}$

Nr. fîşiei	h_i, m	b_i, m	$G_i = h_i \cdot b_i \cdot \gamma$, 10^3 daN	θ_i grade	$N_i = G_i \cdot \cos\theta_i$ 10^3 daN	$T_i = \pm G_i \sin\theta_i$, 10^3 daN
1	3	6	46,8	31	40,12	24,10
2	8	6	124,8	34	103,46	69,79
3	13,5	6	210,6	37	168,19	126,74
4	18	6	280,8	42	208,67	187,89
5	20	6	312,0	46	216,73	224,43
6	15	6	234,0	51	147,26	181,85
7	7	6	109,20	56	61,0	90,53
TOTAL					945,43	905,33

Lungimea suprafeţei probabile de alunecare L este :

$$L = R \cdot \theta, \text{ m} \qquad (3)$$

în care :

$\theta = 0{,}5582$ rad (32°) este unghiul la centru al suprafeţei critice de alunecare;

Pentru a avea asigurată stabilitatea trebuie ca valoarea coeficientului de siguranţă să fie supraunitară ($\eta > 1$).

Calculul coeficientului de siguranţă s-a făcut cu expresia :

$$\eta = \frac{\text{tg}\varphi \cdot \Sigma N_i + c_m \cdot L}{\Sigma \pm T_i} \qquad (4)$$

Acest coeficient are valoarea de peste 10 ori mai mică faţă de cazul în care s-ar fi luat în calculul de stabilitate coeziunea rocilor nederanjate prin lucrările de exploatare, determinată în laborator. Valorile coeficienţilor de siguranţă şi elementele de calcul pentru toate suprafeţele de alunecare sînt redate în tabelul 2.

Influenţa crăpăturilor de tensiune aspura stabilităţii

Prezenţa pe berma superioară a taluzului sudic a unei crăpături cu o deschidere la suprafaţă de peste un metru, aflţă în interiorul suprafeţei critice de alunecare, a dus la concluzia că în calculul de stabilitate nu trebuie considerată toată masa alunecătoare, ea reducîndu-se cu volumul CDE (fig. 3). În condiţiile existenţei crăpăturilor de tensiune, suprafaţa de alunecare

Tabelul 2

Elementele suprafeţelor de alunecare şi valorile coeficienţilor de siguranţă

Suprafaţa de alunecare	Elementele suprafeţei de alunecare			Valoarea forţelor		Coeficient de siguranţă η
	raza, R, m	unghiul centrului suprafeţei θ, grade	lungimea, L, m	ΣN_i 10^3 daN,	ΣT_i 10^3 daN	
O_1	81	64	90,43	2 756,5	1 595,8	1,89
O_2	90	47	73,80	1 847	1 270	1,72
O_3	98	43	73,50	1 432,5	1 130	1,67
O_4	100	38	66,29	1 225	1 008	1,64
$O_5 = O_{cr}$	115	32	64,20	945,43	905,33	1,58
O_2	121	28	59,10	814,2	766,2	1,67
O_2	134	25	58,44	549	642,5	1,69

$L = AC = 64{,}20$ m se reduce la suprafaţa $L_1 = AD = 41{,}5$ m.

Mărimea crăpăturii de tensiune h_t s-a determinat cu formula :

$$h_t = \frac{2 \cdot c_m}{\gamma} \cdot \operatorname{tg}\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right) =$$

$$= \frac{2.1{,}2}{2{,}6.10^{-3}} \cdot \operatorname{tg}\left(45° + \frac{35°}{2}\right) \cong 17{,}73 \text{ m} \qquad (5)$$

unde :

h_t este adîncimea crăpăturilor de tensiune, m ;

c_m = 1,2 daN/cm² — coeziunea rocilor supuse tensiunilor ;

φ = 35° — unghiul de frecare interioară a rocilor ;

γ = $2{,}6.10^{-3}$ daN/cm³ — greutatea volumică.

Deoarece în lungul crăpăturilor coeziunea este zero, forţa de rezistenţă la alunecare se reduce operînd cu aşa-numita „coeziune redusă" (K. Terzaghi), dată de expresia :

$$c_r = c_m \cdot \frac{L_1}{L} = 1{,}2 \cdot \frac{41{,}5}{64{,}2} \cong 0{,}776 \text{ daN/cm}^2 \qquad (6)$$

Introducînd în relaţia (4) valorile coeziunii reduse c_r, coeficientul de stabilitate se reduce cu aproape 20 % faţă de cazul lipsei crăpăturilor de tensiune.

Influenţa exploziilor asupra stabilităţii

Efectuarea lucrărilor de împuşcare repetate în calcarele şi porfirele din taluz, cît şi în zonele din apropiere, au favorizat şi ele, în timp, fisurarea rocilor. În funcţie de cantitatea de exploziv, fisurile se formează pînă la o distanţă de 20—50 m de locul exploziei, influenţînd reducerea coeficientului de stabilitate. Pentru estimarea stabilităţii taluzului în condiţiile şocurilor seismice provocate de exploziile repetate s-a folosit ecuaţia :

$$\eta_{II-V} = \frac{t\varphi \cdot \Sigma G_i(\cos_i\theta - K_c \sin\theta_i) + c_r L}{\Sigma \pm G_i \cdot (\sin\theta_i + K_c \cos\theta_i)} \qquad (7)$$

Coeficientul adimensional K_c introdus în relaţia (7) este exprimat de raportul :

$$K_c = \frac{a}{g} \qquad (8)$$

unde :

a este acceleraţia seismică maximă, mm/s² ; pentru un seism de gradul II, a = = 10—20 mm/s², iar pentru un seism de gradul V, valoarea lui a = 120 — 250 mm/s² [7] ;

g = 9810 mm/s² — acceleraţia gravitaţiei.

Efectul exploziilor asupra reducerii stabilităţii taluzului poate fi urmărit în tabelul 3.

Tabelul 3

Reducerea stabilităţii taluzului prin şocul exploziilor

Nr. fişiei	G_i 10^3 daN	θ_i grade	$G_i(\cos\theta_i - K_c \sin\theta_i)$, 10^3 daN		$G_i(\sin\theta_i + K_c \cos\theta_i)$, 10^3 daN	
			$K_{cV} = 0{,}025$	$K_{cII} = 0{,}002$	$K_{cV} = 0{,}025$	$K_{cII} = 0{,}002$
1	46,8	31	39,51	40,07	25,11	24,18
2	124,8	34	101,72	103,32	72,37	69,99
3	210,6	37	165,02	167,94	130,50	127,08
4	280,8	42	203,98	208,30	193,11	188,31
5	312,0	46	211,12	216,28	229,85	224,87
6	234,0	51	142,71	146,90	185,53	182,15
7	109,2	56	58,80	60,98	92,06	90,65
TOTAL			922,86	943,69	928,53	907,23

Influenţa suprasarcinii asupra flancului sudic

Amplasarea în partea superioară a flancului sudic a unei foreze în greutate de 550 kN va acţiona ca o suprasarcină asupra zonei active a taluzului, ceea ce poate conduce la pierderea echilibrului taluzului şi alunecarea acestuia (fig. 4).

Acţiunea sarcinii P asupra stabilităţii taluzului s-a determinat cu formula :

$$\eta_i = \frac{(\operatorname{tg}\varphi \cdot \Sigma G_i \cos\theta_i + c_r \cdot L)\, R}{R \cdot \Sigma \pm G_i \sin\theta_i + P \cdot a} \qquad (9)$$

în care : P = 550 kN este suprasarcina ;

a = 86 m — braţul forţei.

Acţiunea comună a crăpăturilor de tensiune, a exploziilor şi suprasarcinii reduce stabilitatea

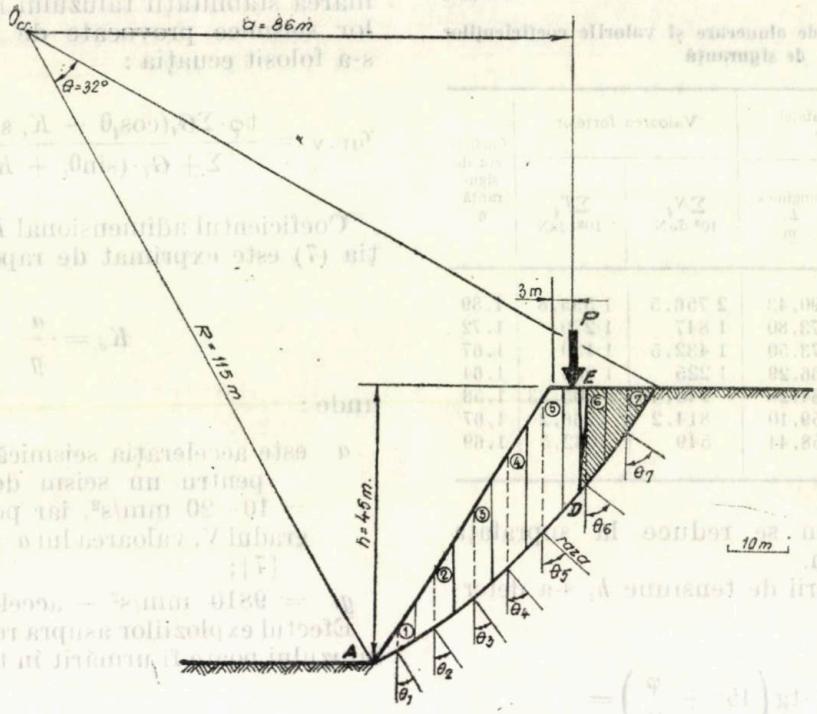


Fig. 4. Influenţa suprasarcinilor asupra stabilităţii taluzurilor

flancului sudic pînă la limita periculoasă, după cum rezultă din expresia:

$$\eta = \frac{[\mathrm{tg}\varphi \cdot \Sigma G_i(\cos\theta_i - K_c \sin\theta_i) + c_r L].R}{R \cdot \Sigma \pm G_i(\sin\theta_i + K_c \cos\theta_i) + P \cdot a} \quad (10)$$

Efectuarea unor lucrări de împuşcare cu o intensitate seismică chiar de gradul II, în timpul forajului, poate scoate din echilibrul-limită rocile din zonă (tab. 4), motiv pentru care s-au oprit lucrările de împuşcare, în aprpierea taluzului, în perioada executării găurilor de sondă.

Deşi stabilitatea taluzului a fost asigurată în timpul lucrărilor de foraj, a existat totuşi teama unei alunecări întrucît nu toţi parametrii ce au

Tabelul 4

Influenţa factorilor externi asupra stabilităţii taluzului

Factori ce acţionează asupra taluzului	Valorile coeficienţilor de siguranţă
Normal	1,58
Crăpăturile de tensiune	1,28
Exploziile	$\sim 1,26_{II} - 1,23_{V}$
Suprasarcina	1,22
Acţiunea comună (crăpături, explozii, suprasarcini)	$\sim 1,21_{II} - 1,18_{V}$

II — V — indicele gradului seismic

intervenit în calculele de stabilitate au putut avea o exprimare cantitativă satisfăcătoare.

Din considerante practice şi de siguranţă, în calculele coeficienţilor de stabilitate au fost luate valorile cele mai defavorabile ale parametrilor ce puteau influenţa negativ stabilitatea zonei.

Teama de o eventuală alunecare a zonei prin acţiunea suprasarcinii dată de sondeză a fost întărită şi de alunecarea produsă în martie 1980 în vecinătatea estică a flancului supus forajului.

Cu toate că alunecarea produsă pe o înălţime de circa 30 m, lăţime 25 m şi pe o grosime de 15 m nu a antrenat un volum mare şi nu a produs pagube materiale şi pierderi de vieţi omeneşti, a dus la multe controverse asupra stabilităţii taluzului prin plasarea unor suprasarcini pe berma sa superioară.

IV. Parametrii lucrărilor de împuşcare

Dintre parametrii de bază ai lucrărilor de împuşcare, înălţimea treptei a fost impusă de configuraţia terenului, care, în cazul adoptării unor înălţimi de treaptă mai mici de 30 m, ar fi determinat ca panta căilor de acces existente la baza treptei să depăşească limita optimă pentru transportul auto.

Adîncimea maximă a găurilor de sondă a fost determinată de însăşi construcţia sondezei din dotare (SBŞ-200) care permite executarea numai verticală a găurilor pînă la 32 m adîncime. Înclinarea mică şi diferită a taluzului, pe toată lungimea frontului, a făcut ca linia de rezis-

tență la vatră să varieze în limitele a 23—30 m, depășind, în majoritatea locurilor, cu pînă la 15—20 % înălțimea maximă a treptei, cu pînă la 25 % anticipanta normală maximă și de 4,5 ori anticipanta calculată (fig. 5).

Realizarea unei încărcături concentrate în găurile de sondă din primul rînd, care să învingă asemenea rezistențe, a fost posibilă prin amplasarea unor sonde paralele între ele și la distanțe apropiate, formîndu-se astfel echiva-

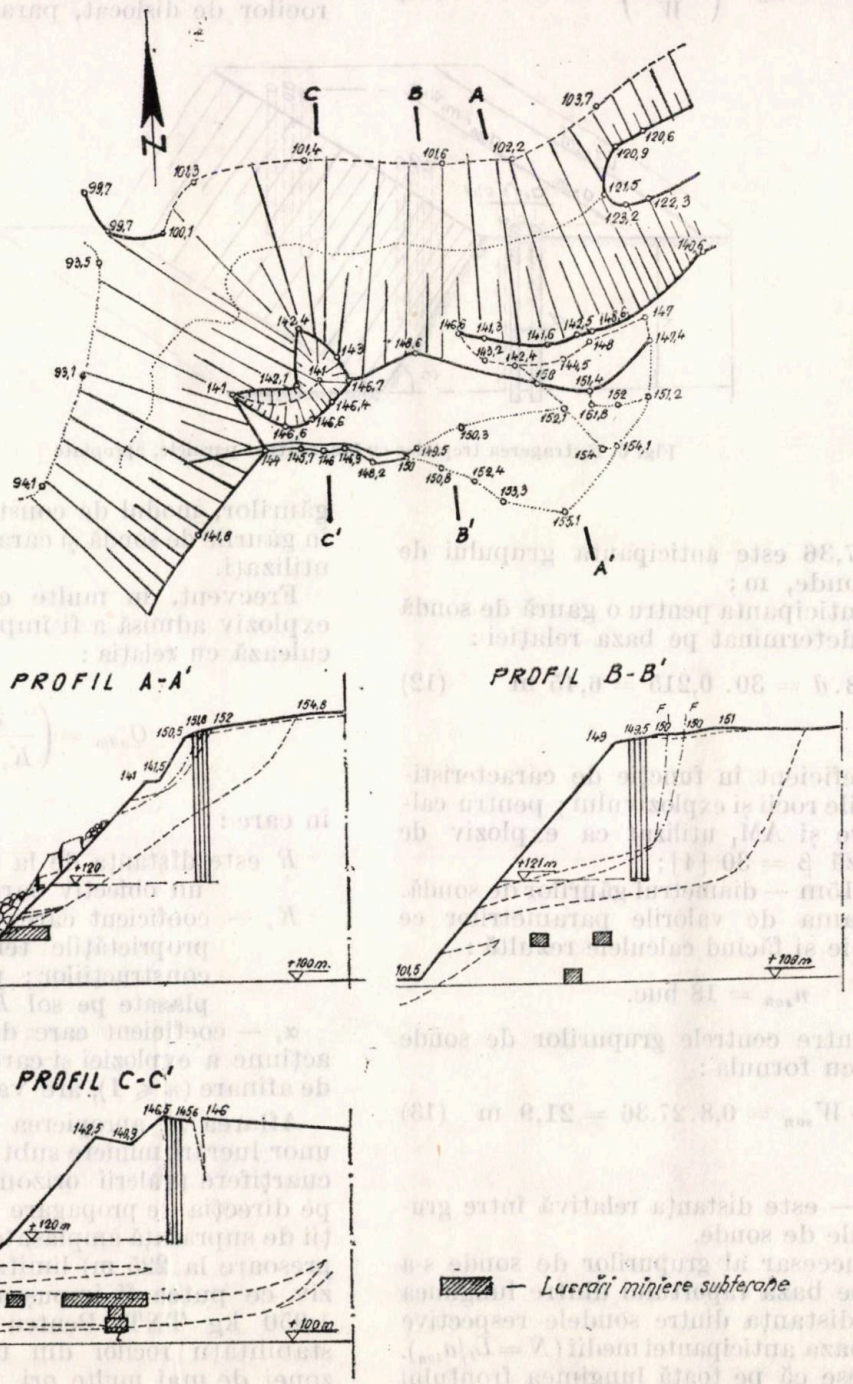


Fig. 5. Flancul sudic al carierei Cortelu și profilele prin zonele taluzului cu anticipante maxime

Valoarea mare a liniei de rezistență, măsurată la talpa treptei, impunea ca încărcarea găurilor de sondă să se facă cu un exploziv capabil să învingă rezistența opusă de rocă în zonele respective.

lentul unei încărcături de mare diametru (fig. 6).

Dealtfel, cercetările au arătat că prin amplasarea găurilor paralele, în mănunchi, se creează condiții mai bune pentru interacțiunea undelor

de șoc, obținîndu-se o creștere a energiei utile de explozie.

Numărul găurilor dintr-un grup s-a calculat cu expresia:

$$n_{son} = \left(\frac{W_{son}}{W}\right)^2 \qquad (11)$$

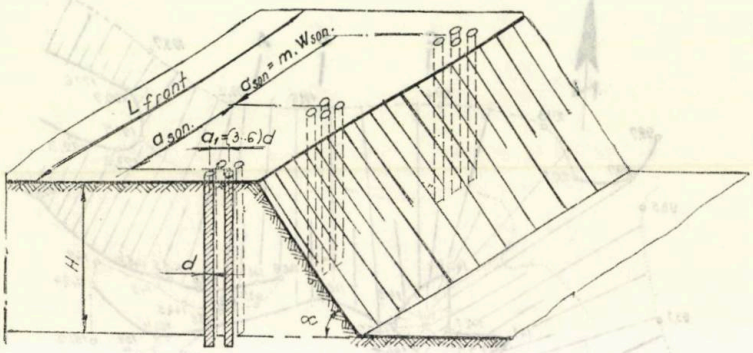


Fig. 6. Extragerea treptelor cu încărcături paralele, apropiate

unde:

W_{son} = 27,36 este anticipanta grupului de sonde, m;

W — anticipanta pentru o gaură de sondă izolată, s-a determinat pe baza relației:

$$W = \beta . d = 30 . 0{,}215 = 6{,}45 \text{ m} \qquad (12)$$

în care:

β este coeficient în funcție de caracteristicile rocii și explozivului; pentru calcare și AM_1 utilizat ca exploziv de bază $\beta = 30$ [4];

d — 0,215m — diametrul găurilor de sondă.

Ținînd seama de valorile parametrilor ce intră în relație și făcînd calculele rezultă:

$$n_{son} = 18 \text{ buc.}$$

Distanța între centrele grupurilor de sonde s-a calculat cu fornula:

$$a_{son} = m \cdot W_{son} = 0{,}8 . 27{,}36 = 21{,}9 \text{ m} \qquad (13)$$

unde:

m = 0,8 — este distanța relativă între grupurile de sonde.

Numărul necesar al grupurilor de sonde s-a determinat pe baza raportului dintre lungimea frontului și distanța dintre sondele respective calculată pe baza anticipantei medii ($N = L_f / a_{son}$).

Astfel, reiese că pe toată lungimea frontului de 46 m sînt necesare 36 de găuri de sondă amplasate în 2,1 grupuri.

Necesitatea împușcării instantanee a celor 18 găuri dintr-un grup ar fi condus la explodarea unei cantități prea mari de exploziv, care ar fi pus în pericol construcțiile apropiate de focar. Din aceste considerente se impunea reglarea de așa natură a tirului exploziei încît să se prevină avariile în perimetrele adiacente.

Stabilirea cantității de exploziv

La stabilirea cantităților de exploziv s-au avut în vedere proprietățile fizico-mecanice ale rocilor de dislocat, parametrii de amplasare a găurilor, modul de construcție a încărcăturilor în găurile de sondă și caracteristicile explozivilor utilizați.

Frecvent, în multe cariere încărcătura de exploziv admisă a fi împușcată deodată se calculează cu relația:

$$Q_{adm} = \left(\frac{R}{K_s \cdot \alpha_s}\right)^3, \text{ kg} \qquad (14)$$

în care:

R este distanța de la locul exploziei pînă la un obiectiv oarecare, m;

K_s — coeficient care variază în funcție de proprietățile terenului din fundațiile construcțiilor; pentru fundațiile amplasate pe sol $K_s = 15$;

α_s — coeficient care depinde de indicele de acțiune a exploziei și care, pentru încărcăturile de afînare ($n \leqslant 1$), are valoarea egală cu 1—1,2.

Aflarea în apropierea zonei de împușcare a unor lucrări miniere subterane săpate în porfire cuarțifere (galerii orizontale la 40 m distanță pe direcția de propagare a undelor) și construcții de suprafață amplasate pe sol (stația de compresoare la 225 m) limitau canitatea de exploziv ce putea fi împușcată deodată la numai 1 950 kg TNT. Pentru prevenirea pierderii stabilității rocilor din taluz prin împușcarea zonei de mai multe ori, s-au prevăzut forarea și împușcarea deodată a întregii suprafețe afectate deasupra cotei + 121 m din flancul sudic, iar pentru împușcarea cantității totale de exploziv și încadrarea în cantitatea admisibilă s-a pocedat la detonarea încărcăturilor din grupurile de găuri în mai multe reprize, utilizînd capsele cu microîntîrziere DeM-Cu, al căror

interval de întîrziere între trepte este de 23 ms. Alegerea acestor capse a fost dictată de inițierea progresivă a primului rînd de găuri și de faptul că intervalul de întîrziere între grupurile încărcăturilor, calculat pe baza experienței americane [4], a avut valoarea apropiată de cea a capselor DeM-Cu.

La folosirea capselor milisecundă în tehnologiile de împușcare există pericolul amplificării efectului seismic datorită interferării undelor rezultate în urma exploziilor. Ca urmare a acestor fenomene, în practică, la stabilirea mărimii încărcăturii de exploziv pe treapta de întîrziere, se aplică frecvent „regula celor două treimi" din încărcătura nepericuloasă din punct de vedere seismic.

Astfel, în cazul împușcării cu microîntîrziere pe grupuri, cînd intervalul între acestea este mai mic de 25 ms, greutatea limită de exploziv se diminuează proporțional cu mărimea intervalului de întîrziere folosit :

$$Q_{ms} = \frac{2}{3} \cdot Q_{adm} \cdot Z \cdot \frac{t_{int}}{25}, \quad \text{kg} \qquad (15)$$

unde :

Z este numărul grupurilor de întîrziere în rețeaua de împușcare ;

t_{int} — intervalul de întîrziere între grupurile de găuri din primul rînd ; la împușcarea progresivă a grupurilor de găuri cu capse DeM-Cu, $t_{int} = 23$ ms.

Cantitatea de exploziv pe treapta de întîrziere, calculată cu relația (15), în comparație cu capacitatea de încărcare a unui metru de gaură de sondă cu diametrul de 215 mm, demonstrează că pentru siguranța construcțiilor aflate în apropierea zonei de explozie trebuie plasate pe treapta de întîrziere cel mult două găuri, care să fie încărcate cu exploziv maxim 40 % din lungimea lor.

În acest caz, amplasarea găurilor în grupuri de numai cîte două și subîncărcate presupunea formarea unor praguri care ar fi atins 35—50 % din înălțimea treptei. Structura fracturată a zonei și prezența unor anticipante mari la vatra treptei reclamau, în schimb, o cantitate mare de exploziv capabil să disloce volumul de rocă de la talpa sondelor și care să evite formarea unor praguri mari de la baza treptei.

Această cantitate de exploziv pe treapta de întîrziere trebuie reglată în funcție de mărimea concretă a efectului seismic, efect ce este determinat de factorii tehnologici și geomorfologici proprii fiecărei cariere. Din acest motiv, astăzi, în multe țări ale lumii, aprecierea efectului seismic al exploziilor se face după viteza oscilațiilor particulelor solului. Determinarea parametrilor cantitativi ai acțiunii seismice a exploziilor în condițiile geologo-miniere concrete se determină pe baza rezolvării egalității dintre viteza admisă și viteza cu care se propagă undele formate în mediu în timpul exploziei încărcăturii cu masa Q la o distanță R de construcție. Mărimea admisă pentru viteza oscilațiilor particulelor este condiționată de starea construcțiilor sau nivelul admis a daunelor aduse acestora. Cantitatea de exploziv, funcție de distanță și efectul seismic exprimat prin viteza de oscilație a particulelor, este dată de relația [9] :

$$Q = \left(\frac{1}{K} \cdot v \cdot R^n\right)^{3/n}, \quad \text{kg} \qquad (16)$$

unde :

K este un coeficient care ține seama de natura rocii, tipul exploziei efectuate, starea construcțiilor de protejat etc. ; în urma măsurătorilor din carieră pentru loess $K = 63$;

v — viteza de deplasare a particulelor de rocă pe conturul suprafețelor întîlnite de undele sferice ; pentru loessul din fundațiile construcțiilor carierei Cortelu $v = 4{,}3$ cm/s ;

n — este funcția indicelui exploziei la suprafață ; pentru distanța de peste 100 m, aceasta variază între 1,0 și 1,5.

Pe baza experimentărilor și observațiilor făcute de diverși autori, s-au stabilit vitezelimită de deplasare a terenului, la care pot apărea deformații ireversbile ale construcțiilor. Astfel, nivelul recomandat al vitezei de deplasare a terenului la acțiunea undelor seismice, pentru siguranța construcțiilor, a fost stabilit la 5,1 cm/s [7].

Încărcătura admisibilă de exploziv, calculată cu relația (16) la un indice $n = 1{,}3$ și la o viteză de 2 cm/s, este dublă decît cea calculată inițial, pentru construcția cea mai apropiată, cu relația (14), de unde și încărcătura pe treapta de întîrziere va fi tot așa de mare.

Construcția încărcăturilor de exploziv în gaura de sondă

În vederea obținerii unor rezultate cît mai corespunzătoare ale împușcării, s-a dat o importanță deosebită repartizării încărcăturilor de exploziv în găurile de sondă. Astfel, la talpa găurilor, în zonele cu anticipantă mai mare, s-a avut în vedere să predomine un exploziv cu densitate mare, capabil a elibera o cantitate mare de energie în timpul exploziei, suficientă pentru a învinge rezistența rocii. În partea superioară a găurii de sondă s-a amplasat un exploziv cu energie potențială mai mică. Această distribuire s-a realizat prin amplasarea unor încărcături de inițiere în masa explozivului de bază, în mai multe puncte plasate în lungul găurii (fig. 7 *a*, *b* și *c*). În majoritatea zonelor cu anticipanta maximă la baza treptei și cu subadîncime mare, încărcăturile de inițiere s-au plasat simetric față de vatra treptei (fig. 7 *a*).

Prin inițierea celor două sau trei încărcături de amorsare, încărcăturile de bază sînt inițiate în sensuri diferite. La punctul de întîlnire a undelor de detonație, se dezvoltă tensiuni puternice de rupere care, dacă încărcăturile de inițiere sînt așezate corect, acționează în punctele de maximă rezistență. Distribuirea încărcăturilor fizice de exploziv și verificarea cantităților în fiecare gaură de sondă s-a făcut cu ajutorul expresiei:

$$Q = q'(l_g - l_b), \text{ kg} \qquad (17)$$

unde:

q' este capacitatea de încărcare a unui metru de gaură de sondă; pentru o sondă cu diametrul $d = 215$ mm, $q' = 32{,}7$ kg/m la o densitate de încărcare de 0,9 kg/dm³;

l_g — lungimea găurii de sondă, m;

l_b — (40—50) d — lungimea burajului, m.

Studiind construcția încărcăturilor de exploziv, se observă că, din lungimea totală a găurilor, de data aceasta explozivul reprezintă în jur de 60—70 %, adică în limitele normale de încărcare a găurilor de sondă.

Repartizarea găurilor în lungul frontului

Limitarea cantității de exploziv pe treapta de întîrziere pentru siguranța construcțiilor din imediata apropiere a exploziei a condus și la micșorarea numărului găurilor dintr-un cuib. În aceste condiții, numărul de găuri posibile s-a obținut din raportul cantității maxime de exploziv admise pe treapta de întîrziere și cantitatea de exploziv reieșită din modul de repartizare a încărcăturilor. Distanța dintre aceste grupuri de găuri s-a făcut astfel ca la anticipantă mai mare să corespundă proporțional distanța mai mică între grupuri și invers.

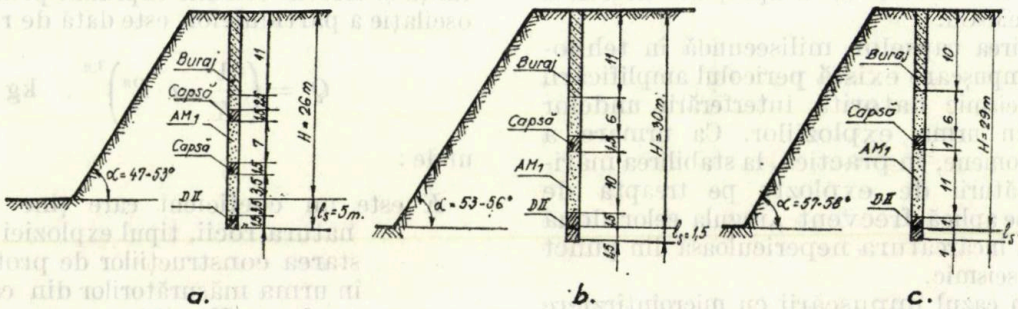


Fig. 7. Succesiunea repartizării încărcăturii de bază și de inițiere în găurile de sondă: a — găuri cu anticipantă și subadîncire mare; b — găuri cu anticipantă medie și subadîncire mică; c — găuri cu anticipantă și subadîncire mică.

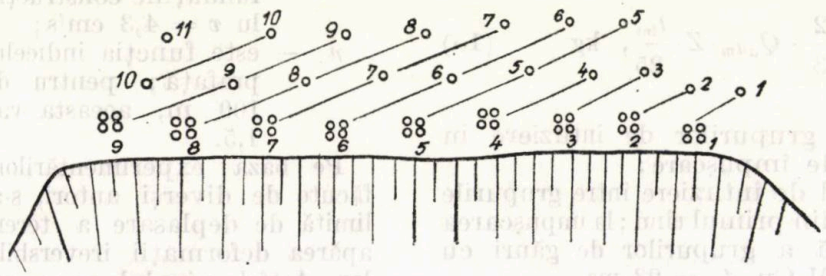


Fig. 8. Schema de repartizare a treptelor de întîrziere între încărcături.

Amplasarea a numai patru găuri în grup a făcut posibil ca în rețeaua de împușcare să se cupleze și găurile izolate din celelalte două rînduri, fără ca încărcătura totală pe treaptă să depășească cantitatea-limită de exploziv. Schema de împușcare a celor nouă grupuri de sonde plasate pe primul rînd (fig. 8) a fost progresivă, cu orientarea liniei de rupere din zona cu cea mai mică anticipantă și în sensul opus construcțiilor din zonă. Parametrii treptei, găurilor și a modului de repartizare a încărcăturilor de exploziv, sînt prezentate în tabelul 5.

Concluzii

În urma efectuării lucrărilor de forare și împușcare în zona flancului sudic al carierei Cortelu s-au putut desprinde următoarele concluzii.

● Stabilitatea taluzului, verificată prin procedeele amintite, a fost confirmată de practică, sondeza fiind retrasă din front în ianuarie 1981, după 60 zile de lucru efectiv cînd, datorită influenței înghețului asupra zonei, au apărut noi crăpături de tensiune la suprafața masivului.

● Cu toate că structura zonei supuse forajului a fost intens fisurată și fracturată, s-a

Tabelul 5

Parametrii împuşcării găurilor de sonda din flancul sudic al carierei Cortelu

Numărul grupului de găuri	Numărul găurilor dintr-un grup	Parametrii treptei		Parametrii găurilor					Construcţia încărcăturilor					
									cantit. fizică de exploziv			numărul iniţierilor pe gaură	treapta de întîrziere între încărcături	lungimea burajului, l_b, m
		înălţimea, H, m	înclinarea, grade	lungimea, L_g, m	subadîncimea, l_g, m	anticipanta, m, m	dist. dintre găuri, a, m	dist. dintre rînduri, b, m	totală, kg	consumată pe gaură				
										D_{II}, kg	AM_1, kg			
1	4	29,8	55	31,3	1,50	26	—	—	2 608	72	580	2	9	11,3
2	4	29,8	58	31,3	1,50	25,7	5,75	—	2 608	72	580	2	8	11,3
3	4	29,0	57	30,0	1,0	25,0	6,25	—	2 640	60	600	2	7	10,0
4	4	28,0	53	30,0	2,0	27,0	6	—	2 616	84	570	2	6	10,0
5	4	27,5	54	29,5	2,0	26,5	6,0	—	2 616	84	570	2	5	9,5
6	4	27,0	50	31,5	4,5	29,0	5,5	—	2 592	108	540	3	4	11,5
7	4	26,0	48	31,0	5,0	30,0	5,5	—	2 608	132	520	3	3	11,0
8	4	26,0	47	31,0	5,0	31,0	5,0	—	2 608	132	520	3	2	11,0
9	4	25,5	47	30,5	5,0	26,0	5,5	—	2 592	108	540	3	1	10,5
TOTAL	36	27,62		30,68		27,36			23 448	3 408	20 040			
10—15	1	25,6—29	—	27—30,5	1—1,5		7—8	5	—	84	570	2		8—10,5
16—21	1	26—29,5	—	27—31,5	1—1,5	—	7—8	4	—	84	570	2		8—11,5
22—26	1	27—30	—	28—31,5	1—1,5	—	6—7	4	—	96	550	2		9—11,5
TOTAL									34 566	4 896	29 670			

reuşit, cu ajutorul sondezei de mare diametru, să se realizeze viteze de 50—70 m/24 ore, adică de 3—5 ori mai mari decît cele realizate de sondezele cu diametru mic, de 115 mm, fără să se mai producă prinderea în găuri a sapelor şi prăjinilor de foraj.

● Experienţa din cariera Cortelu ne-a arătat că stabilirea cantităţilor de exploziv nepericuloase trebuie făcută pe baza măsurătorilor seismologice speciale, în condiţiile concrete fiecărei cariere. În cariera Cortelu, deşi cantitatea de exploziv utilizată pe treapta de întîrziere a fost mai mare cu 50% faţă de cea calculată empiric, totuşi în zonă n-a fost înregistrat decît un seism de gradul II.

● Amplasarea găurilor de sondă în grupuri în care s-au introdus la bază un exploziv brizant cu energie mare a permis ruperea zonelor cu anticipantă mai mare decît înălţimea treptei. În urma împuşcării au rezultat totuşi praguri mici în jur de 10% din înălţimea treptei, doar în zonele unde adîncimea găurilor sub vatra treptei a fost sub 5% din înălţimea treptei.

● Obţinerea a peste 80 000 t masă minieră dislocată, pragurile fără importanţă ca mărime şi nici un obiectiv din zonă afectat, au confirmat soluţiile practice de plasare în grup a găurilor, construcţia simetrică şi iniţierea progresivă a încărcăturilor.

● Ca urmare, procedeul de lucru prezentat poate fi utilizat în zonele carierelor cu structură fisurată, anticipante mai mari decît înălţimea treptei şi cu obiective necesare de protejat situate în apropiere.

Bibliografie

[1] Fodor, D. *Exploatări miniere la zi.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1980.

[2] Gheorghiu, Gr. ş.a. *Exploatarea zăcămintelor de substanţe minerale şi roci utile prin lucrări la zi.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1975.

[3] Guşcin, I. V. *Culegeri de probleme în tehnica folosirii explozivilor.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1974.

[4] Zaporojan, M. ş.a. *Procedee moderne de împuşcare în carieră şi probleme de securitate a muncii în diferite ţări.* Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, Bucureşti, 1979.

[5] Florea, N. M. *Alunecări de teren şi taluze.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1979.

[6] Stamatiu, M. *Mecanica rocilor.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962.

[7] Fota, D. *Ce trebuie să ştie personalul tehnic despre exploziile masive din cariere şi influenţa acestora asupra zonelor înconjurătoare.* Revista Mine, Petrol şi Gaze, nr. 2, 1978.

[8] Rijevski, ş.a. *Bazele ştiinţifice ale proiectării carierelor.* Ed. Nedra, Moscova, 1971.

[9] Moşineţ, V. N. *Sfărîmarea şi acţiunea seismică a exploziilor în zăcăminte miniere.* Nedra, 1976.

[10] * * * *Raport geologic asupra zăcămîntului de baritină şi sulfuri complexe din regiunea Somova-Cîşla.* I.S.E.M. Bucureşti, 1956—1959.

Contribuţii la creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului la flotaţia minereurilor complexe, sărace în metale preţioase

Ing. A. Brâncuşi, ing. Lidia Gabrian, chim. C. Buciu,
ing. A. Cioltea şi ing. Gh. Hauptricht

I. Introducere

La concentrarea prin flotaţie a minereurilor complexe, conţinînd aur şi argint, se utilizează, în mod curent, scheme tehnologice prin care se creează condiţii ce nu sînt totdeauna favorabile obţinerii concomitente a unor recuperări satisfăcătoare a metalelor preţioase.

La instalaţiile de preparare ale Centralei minereurilor şi metalurgiei neferoase Baia Mare au existat, de mai mult timp, preocupări pentru creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului din minereurile complexe, însă pentru atingerea acestui scop era necesară menţinerea stabilităţii procesului tehnologic, perturbat periodic de unii factori, dintre care menţionăm pe cei mai importanţi : modificări în calitatea minereurilor prelucrate, variaţii de la un sezon la altul a calităţii apei industrial, staţii de pregătire a reactivilor improprii, amplificări frecvente ale capacităţilor de prelucrare etc.

II. Stabilirea direcţiei optime de cercetare industrială

În vederea atingerii obiectivului propus, la instalaţiile C.M.M.N. Baia Mare au fost întreprinse o serie de acţiuni de investigare a formei sub care aurul şi argintul se găsesc în produsele din care nu se valorifică, în vederea alegerii celor mai potrivite căi, pentru creşterea gradului lor de recuperare, acţiuni care au condus, de exemplu, în cazul instalaţiei de preparare de la E. M. Baia Sprie, la următoarele concluzii preliminare.

1. Pierderile de aur şi argint în tulbureala evacuată din circuitul de separare al concentratelor plumbo-cuproase, prin tehnologia cu cianură de sodiu, au fost de 0,2 %, respectiv 0,4 % din conţinutul acestor metale în minereu.

2. Studiile efectuate la I.C.P.M.M.N. Baia Mare în anul 1978 au indicat că ambele metale preţioase sînt răspîndite uniform în concentratele de pirită, indiferent de granulaţia acestora, şi că recuperarea lor nu poate fi obţinută prin flotaţie, ci numai pe calea prelucrării cenuşilor de pirită, al căror conţinut în aur şi argint reprezintă 40 %, respectiv 7 % din totalul acestor metale în minereu, marea majoritate fiind incluse în reţeaua cristalină a piritei sau în alte minerale conţinute în pirită.

3. Pierderile de aur şi argint din sterilul final al instalaţiei de preparare reprezentau 45 %, respectiv 26 % din conţinutul acestor metale în minereul prelucrat.

Întrucît probe din sterilul final analizate la începutul anului 1978 au indicat că 50 % din conţinutul lor în cele două metale preţioase se prezenta sub formă liberă, a rezultat că cea mai sigură cale de urmat pentru creşterea gradului de recuperare a acestora era reducerea conţinutului lor din steril şi, în consecinţă, trebuia acţionat în faza de măcinare a minereului şi în circuitele de flotaţie ale concentratelor colective de plumb-cupru.

III. Măsuri aplicate şi rezultate obţinute la cercetarea industrială

După înlăturarea unora din factorii care perturbau stabilitatea procesului tehnologic şi diminuarea influenţei altora, s-a trecut la aplicarea treptată a unor serii de măsuri, care, în final, au condus la o importantă îmbunătăţire a extracţiilor în metale preţioase, astfel.

1. Mărirea densităţii tulburelii în circuitele de flotaţie ale concentratelor plumbo-cuproase a dus la creşterea timpului de flotaţie în aceste circuite, acesta constituind, conform practicii mondiale, un factor favorizant pentru reducerea aurului şi argintului din sterilul instalaţiei.

Rezultatele obţinute în perioada de aplicare a acestei măsuri (sem. II. 1978) în care, concomitent, a fost înlocuită şi tehnologia de separare a concentratelor plumbo-cuproase cu cianură de sodiu prin tehnologia cu bicromat de sodiu şi amidon, în raport cu perioada de comparaţie 1.VII.1977—30.VI.1978, sînt redate în tabelul 1.

Tabelul 1

Perioada	Minereu		Extracţii în metale, %	
	Au	Ag	Au	Ag
1.VII.1977—30.VI.1978	100	100	12,7	63,6
Semestrul II—1978	94	87	13,3	65,4

Din interpretarea rezultatelor în care conţinutul în aur şi argint din minereu, în anul de comparaţie, este considerat 100, se constată că, chiar în condiţiile prelucrării unui minereu cu conţinut mai redus în metale preţioase, prin aplicarea celor două măsuri, s-a obţinut o creştere a gradului lor de recuperare.

2. Realizarea în circuitele de măcinare a minereului complex și de flotație și reflotație a concentratelor plumbo-cuproase, a unui mediu neutru, în raport cu mediul slab acid utilizat anterior, format prin menținerea în apa industrială de alimentare a instalației a unui raport mai constant între cele două surse din care una provenită din captări locale, iar a doua din evacuarea stației de neutralizare a apelor acide de la mina Suior, fiecare sursă avînd concentrații în ioni H^+, Cu^+ și Cu^{++}, Zn^{++} și Fe^{++} diferite și variabile în timp.

Rezultatele acestei măsuri aplicate în anul 1979 sînt cuprinse în tabelul 2.

Tabelul 2

Perioada	Minereu		Extracții în metale, %	
	Au	Ag	Au	Ag
1.VII.1977—30.VI.1978	100	100	12,7	63,6
Semestrul II—1978	94	87	13,3	65,4
Anul 1979	84	92	17,5	68,2

Se constată că s-a mărit gradul de recuperare a aurului și argintului, atît în raport cu anul de comparație, cît și cu cel din perioada de experimentare anterioară, deși în anul 1979 a fost prelucrat un minereu cu conținut mai scăzut în metale prețioase.

3. Creșterea alcalinității, pînă la $pH=7{,}5$ în circuitele de măcinare și de flotație și reflotație a concentratelor plumbo-cuproase, prin dozarea de carbonat de sodiu, intensificîndu-se astfel efectul depresant al sulfatului de zinc asupra blendei, determinînd concomitent o importantă reducere a consumului specific de cianură de sodiu, reactiv cu efect depresant, asupra aurului și argintului. Datorită variației în limite largi a conținutului în ioni de Cu^+ și C^{++} în tulbureală, cianura de sodiu trebuia dozată în exces pentru a nu crește conținutul de zinc din concentratele plumbo-cuproase, efect suplinit parțial prin adiția carbonatului de sodiu.

Această măsură, aplicată în trimestrul I—1980, a dat rezultate pe care la menționăm în tabelul 3.

Extracțiile în cele două metale prețioase indică o creștere pentru aur, atît în raport cu perioada de comparație, cît și cu fiecare din perioadele de experimentare anterioare. Scăderea relativă a extracției în argint se datorește unor greutăți întîmpinate la pregătirea soluțiilor unor reactivi dintre care, în special, carbonatul de sodiu, cauzat de anotimpul friguros.

Tabelul 3

Perioada	Minereu		Extracții în metale, %	
	Au	Ag	Au	Ag
1.VII.1977—30.VI.1978	100	100	12,7	63,6
Semestrul II—1978	94	87	13,3	65,4
Anul 1979	84	92	17,5	68,2
Trimestrul I—1980	97	104	19,5	65,5

4. Mărirea, în continuare, a gradului de alcalinitate al tulburelii în circuitele de măcinare, de flotație și reflotație a concentratelor plumbo-cuproase, pînă la $pH=8$, și dozarea concomitentă a precipitatului de carbonat bazic de zinc și a soluției de cianură de sodiu, în fiecare stadiu de reflotație a concentratelor plumbo-cuproase, pentru depresarea mai energică a blendei din aceste concentrate.

Indicii obținuți după experimentarea acestei măsuri (trim. II+III+IV—1980) sînt redați în tabelul 4.

Tabelul 4

Perioada	Minereu		Extracții în metale, %	
	Au	Ag	Au	Ag
1.VII.1977—30.VI.1978	100	100	12,7	63,6
Semestrul II—1978	94	87	13,3	65,4
Anul 1979	84	92	17,5	68,2
Trimestrul I—1980	97	104	19,5	65,5
Trim. II + III + IV—1980	94	88	22,5	72,5

Prin reducerea conținutului acestor metale în steril, în raport cu perioadele de experimentare anterioare, rezultă o nouă creștere a extracțiilor în aur și argint, deși s-a prelucrat un minereu cu conținut inferior.

Prin aplicarea acestei ultime măsuri, prima etapă din acțiunea de creștere a gradului de recuperare a aurului și argintului din minereul complex Baia Sprie a fost încheiată cu o reducere a conținutului sterilului în aceste două metale prețioase cu 25% la aur și 38% la argint, urmînd ca în etapele ulterioare să se acționeze pentru consolidarea și îmbunătățirea rezultatelor obținute.

Măsurile aplicate au condus la îmbunătățirea concomitentă și a altor indici importanți ai instalației printre care semnalăm:

- reducerea pierderilor de zinc din concentratele plumbo-cuproase de la 4% în anul 1979, la 3% în trim. II + III + IV—1980, corespunzîndu-i o producție anuală suplimentară de 100 t zinc în concentrate;
- antrenarea unei cantități de argint în concentratele zincoase, începînd din anul 1979, neinclusă în cantitatea totală de metal, la calculul extracțiilor comparative prezentate în lucrare;
- suprimarea consumului de sulfit de sodiu, dozat cu reactiv depresant în circuitele de măcinare a minereului.

Concluzii

Din ansamblul de măsuri aplicate cu scopul creşterii gradului de recuperare a aurului şi argintului la instalaţia de preparare Baia Sprie, influenţa cea mai importantă a avut-o reducerea consumului de cianură de sodiu, concomitent cu creşterea alcalinităţii tulburelii în circuitele de măcinare, de flotaţie şi reflotaţie a concentratelor plumbo-cuproase, şi utilizării precipitatului de carbonat bazic de zinc.

V. Interpretarea teoretică a rezultatelor

Analizele chimice şi raţionale au confirmat prezenţa în tulbureala din circuitele de flotaţie a concentratelor plumb-cuproase, a unei importante cantităţi de ioni de Cu^{+} şi Cu^{++}, proveniţi, atît din săruri solubile şi sulfuri secundare de cupru (covelină, calcozină), cît şi, în măsură mai redusă, din minerale oxidice de cupru (malachit, azurit), existente în minereul de alimentare, care, datorită efectului lor puternic activant asupra blendei, antrenează această sulfură în procente ridicate în concentratele plumbo-cuproase şi, în consecinţă, impurifică concentratele de plumb şi de cupru, obţinute în faza de separare a acestora. Acest efect determină, atît o pierdere în producţia de zinc în concentrate, cît şi reducerea randamentului de topire pentru plumb şi cupru în faza de prelucrare metalurgică.

Înlăturarea acestui incovenient nu a putut fi obţinută prin creşterea consumului de cianură deoarece concentraţia acestui reactiv în tulbureală este invers proporţională cu conţinutul de ioni de cupru, motiv pentru care s-au constatat multe perioade în care excesul de ioni cian a provocat depresarea aurului şi argintului.

În acelaşi timp însă, cianura în exces are acţiune dizolvantă asupra sulfurilor secundare şi mineralelor oxidice de cupru, determinînd trecerea în soluţie a unor cantităţi suplimentare de ioni la Cu^{+} şi C^{++}, care anihilează, în mare măsură, efectul dezactivant al ionilor de CN^{-} asupra blendei, complicînd astfel procesul tehnologic.

Creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului a putut fi obţinută plecînd de la considerentul că efectul dezactivant al ionului de CN^{-} depinde de gradul de alcalinitate al tulburelii şi că dezactivarea blendei în prezenţa sulfurilor secundare şi mineralelor oxidice de cupru poate fi realizată fără inconveniente în cazul asigurării unei alcalinităţi convenabile, controlate, în proces, cu un regim de reactivi adecvat.

O explicaţie a fenomenului este aceea că ionii de CN^{-} reacţionează cu ionii H^{+} din tulburelile slab acide, cu formarea HCN care, fiind acid slab, se disociază greu, motiv pentru care, spre a avea în tulbureală suficienţi ioni CN^{-} este necesar ca aceasta să nu conţină ioni H^{+}, adică să fie alcalină.

Mediul alcalin realizat în proces a condus la o creştere importantă a gradului de disociere a cianurii de sodiu, respectiv a numărului ionilor de CN^{-} din tulbureală şi, în consecinţă, la o reducere corespunzătoare a consumului specific de cianură, determinînd în mod logic micşorarea efectului dizolvant asupra sulfurilor secundare şi mineralelor oxidice de cupru, favorizînd, pe această cale, şi reducerea pierderilor de aur şi argint din steril.

Pentru asigurarea efectului de depresare a blendei în aceste condiţii, a fost utilizat precipitatul de carbonat bazic de zinc, rezultat din reacţia soluţiilor de carbonat de sodiu şi sulfat de zinc. Acţiunea acestui compus se remarcă prin faptul că se fixează pe toate mineralele însă depresează în mod preferenţial blenda, pe suprafaţa căreia formează o peliculă hidrofilă, impiedecînd accesul colectorului pe suprafaţa mineralului.

Bibliografie

[1] Plaxin, I. N. *Metalurgia metalelor nobile*. Moscova, 1958.

[2] Houot, R. *Minéralurgie des métaux precieux*. Annales des Mines, Decembre, 1969.

[3] Havre, H. *Concentration des minérais par flotation*. Paris, 1938.

Experienţa Întreprinderii miniere Dobreşti în spălarea minereurilor de aluminiu formate din bauxită şi argilă

Ing. E. Fechete şi ing. L. Nemeth

I. Consideraţii generale

Studiile şi experienţele de laborator în faza pilot şi ulterior în faza industrială au demonstrat că singura soluţie pentru valorificarea minereurilor de aluminiu din Munţii Pădurea Craiului este procedeul de spălare a acestora.

Rezervele de minereu luate în balanţă au un conţinut de bauxită în masa minieră mai mare de 10 %, variabil pe fiecare lentilă şi în cadrul aceleaşi lentile, de la mijlocul spre conturul acesteia. Minereul este format dintr-un amestec de bauxită (diasporică extra-dură, $Al_2O_3 \cdot H_2O$) şi argilă.

În această masă minieră, bauxita are dimensiuni de la bolovani de 1—2 m³ pînă la granule mai mici de 1 mm, clasele + 10 mm şi — 200 mm fiind într-o proporţie mai însemnată.

Bauxita are o greutate specifică medie de 3 t/m³, dar în funcţie de conţinutul de Fe_2O_3 şi TiO_2 ea variază între 2,8 şi 3,2 t/m³.

Conţinutul acestei mase miniere este de 10—40 % SiO_2, 48—60 % Al_2O_3, 18—28 % Fe_2O_3 şi circa 2 % TiO_2. Bauxita din această masă minieră, după ce este spălată ideal, are un conţinut mineralogic mediu de 4,9 % SiO_2, 56,2 % Al_2O_3, 24 % Fe_2O_3, 2,8 % TiO_2 şi alte elemente (vanadiu, galiu ş.a.).

II. Tehnologia aplicată iniţial

Scopul preparării prin procedeul de spălare este îndepărtarea argilei însoţitoare şi obţinerea bauxitei curate, la care s-a ajuns în prezent în instalaţiile de spălare ale I. M. Dobreşti, cu o eficienţă de circa 99 %, adică aproape de spălarea ideală.

Principalii componenţi mineralogici ai bauxitei sînt :

— diaspor şi bohemit ;
— hematit ;
— caolinit ;
— cuarţ ;
— (ilmenitul apare în reţea).

Pe baza rezultatelor încercărilor de laborator şi din staţia pilot de la Chistag, s-a elaborat un flux tehnologic materializat în construirea unei uzine de preparare cu patru linii de spălare la Dobreşti şi o linie la Chistag. Punerea în funcţiune a instalaţiilor de preparare a coincis cu înfiinţarea Întreprinderii miniere Dobreşti în anul 1965.

Din exploatare rezultă o masa minieră cu conţinut mediu de 50 % bauxită, cu bucăţi de bauxită de dimensiuni maxime de 400 mm.

Prin STAS sînt reglementaţi următorii indici de calitate pentru bauxita spălată livrată pe un lot de 300—1 000 t :

— conţinut de Al_2O_3 minim 55 % ;
— conţinut de SiO_2 maxim 4,5 % ;
— conţinut de CaO maxim 1,1 % ;
— granulaţia —30 mm, admiţîndu-se maximum 10 % granulaţie depăşită.

Procedeul de spălare prevedea două trepte de sfărîmare şi două trepte de spălare, precedate de operaţia de dezintegrare.

Fluxul de spălare conceput şi realizat iniţial (fig. 1) a constat, în principal, din următoarele :

— ciuruire la ± 100 mm ;
— sfărîmare în concasor cu fălci A_8 la 100 mm ;
— ciuruire la —50 mm ;
— dezintegrare pentru clasa — 50 mm ;
— spălare în contracurent în hidrospălător, legat în circuit deschis cu clasor mecanic cu greble duplex ;
— claubarea calcarului şi aglomerărilor de argilă de pe o bandă de claubaj (clasa + 30 mm) ;
— granulare la —30 mm în granulator cu fălci ;
— treapta a doua de spălare — realizată din hidrospălător înclinat în contracurent şi clasor cu greble duplex.

Bauxita spălată produsă se stochează în depozite de omogenizare dotate cu benzi reversibile şi pod rulant cu graifăr, de unde se livrează la Intreprinderea de alumină Oradea.

Primul flux tehnologic realizat în ţară pentru spălare de minereuri a scos în evidenţă o serie de locuri înguste, care au creat greutăţi la început, pînă la rezolvarea lor. O linie de preparare a avut o capacitate de 50 000 t/an bauxită spălată, într-un regim de funcţionare de 21 ore pe zi (cîte o oră pentru revizii, control, reparaţii pe schinb) şi 300 zile pe an. Acest regim de funcţionare a ţinut cont de abrazivitatea şi duritatea mare a bauxitei, greutatea specifică ridicată, ceea ce conducea la deformări şi uzuri pronunţate la utilaje şi jgheaburi.

Analizînd comportarea fiecărui utilaj din fluxul tehnologic, se pot arăta următoarele.

1. Masa minieră rezultată din exploatare nu se poate însiloza din cauza argilei însoţitoare, motiv pentru care alimentarea liniilor de spălare se face din depozite deschise şi poduri graifăr de 10 şi 12,5 t prin intermediul unor buncăre de mică capacitate (5—10 t), deoarece la capacităţi mai mari se formează bolţi ce opresc alimentarea. Pentru preluarea minereului din buncăre se folosesc alimentartoare cu plăci (lăţime

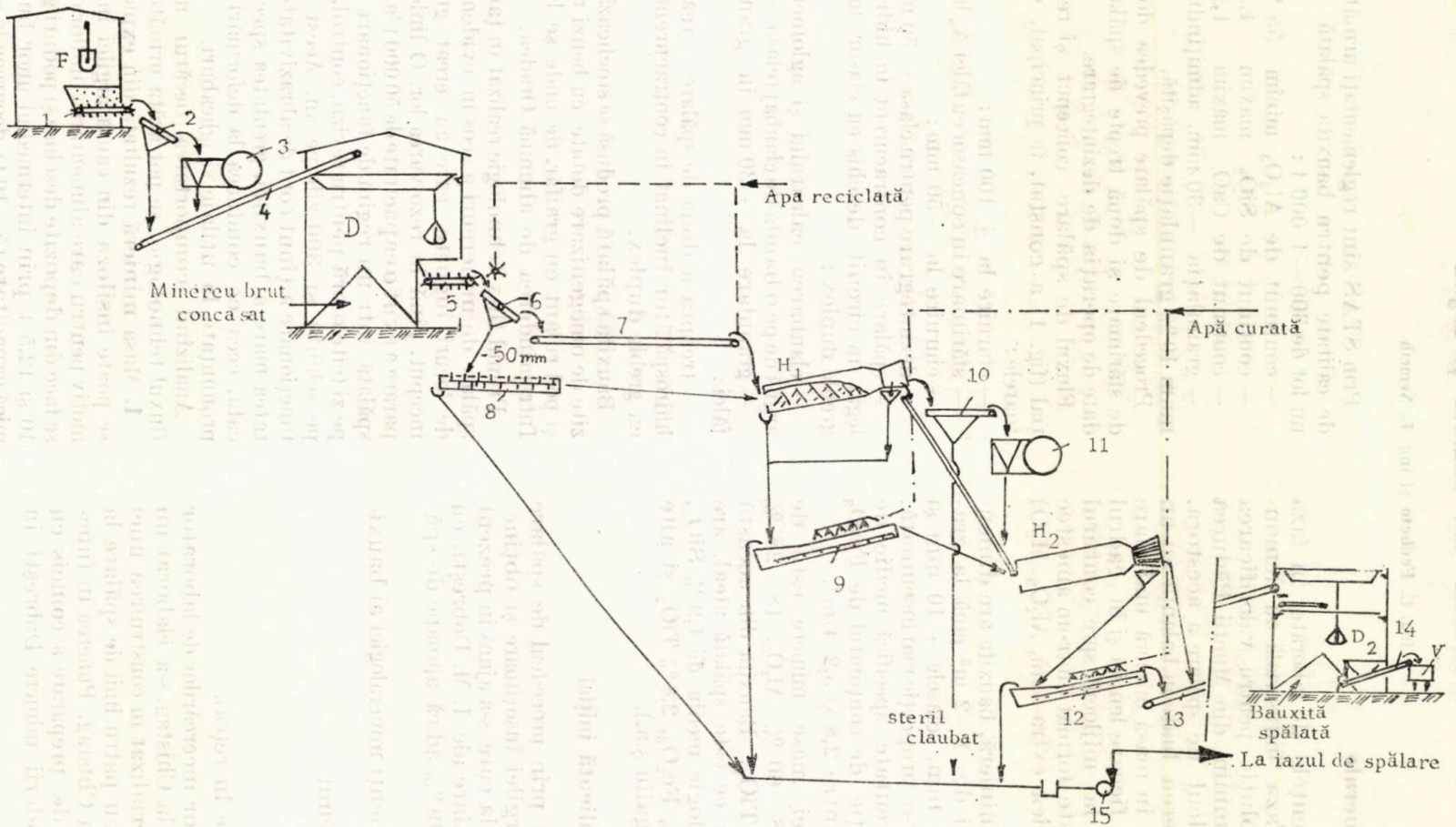


Fig. 1. Flux tehnologic inițial pentru spălarea minereurilor de aluminiu formate din bauxită și argilă:

F — stația de primire funicular; *1* — alimentator cu plăci; *2* — ciur cu bare ± 100 mm; *3* — concasor cu fălci A_3; *4* — transportor cu bandă; D_1 — depozit de minereu brut concasat; *5* — alimentator cu plăci; *6* — ciur vibrant ± 50 mm; *7* — transportor cu bandă; H_1 — hidrospălător cu diametrul de 1 500 mm; *8* — dezintegrator cu palete; *9* — clasor cu greble duplex; *10* — bandă de claubaj; *11* — granulator cu fălci; H_2 — hidrospălător cu diametrul de 1 500 mm; *12* — clasor cu greble duplex; *13* — transportor cu bandă; D_2 — depozit de omogenizare; *14* — transportor cu bandă; *V* — vagon KUSF; *15* — pompă de tulbureală.

1 000 mm), care sînt cele mai indicate pentru un astfel de minereu.

2. Ciuruirea masei miniere, cu toate că s-a prevăzut pentru o clasă relativ mare (+ 100 mm) în perioadele umede, argila fiind plastică, aceasta nu s-a putut realiza eficient, din cauza înfundării grătarelor din șine. Acest sistem a fost modificat și, în locul grătarelor din șine, s-au montat bare transversale mobile (cu joc de 6—10 mm în lagăre) care a asigurat și un impact la căderea minereului pe bară, provocînd scuturarea unei părți de argilă de bauxită.

Barele se mișcau în jurul propriei axe și în locașul lagărului pe circumferința acestuia, la care se adaugă, prin șocul căderii minereului, o reacție (joc de 6—10 mm) care ducea la scuturarea argilei (fig. 2).

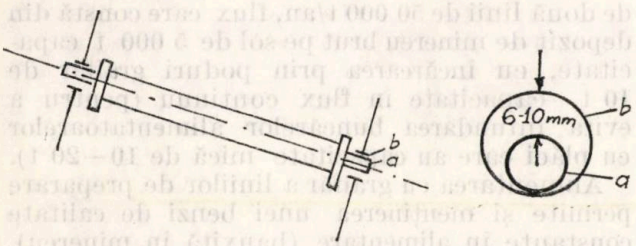


Fig. 2

Această rezolvare a fost optimă în condițiile unei ciuruiri uscate și se practică și în prezent cu o serie de îmbunătățiri pentru a asigura o fiabilitate ridicată și o reducere a zgomotului (adaptare de lagăre din cauciuc, bare din țeavă de foraj cu perete gros și placă pentru preluarea impactului la căderea minereului pe grătar).

3. Concasorul cu fălci din treapta I de sfărîmare a funcționat cu rezultate bune. Totuși, cînd argila era umedă, mai ales argila de contact foarte plastică, s-au constatat înfundări. Pentru eliminarea acestui inconvenient linia nouă de spălare Chistag s-a realizat cu concasare umedă, evitînd, în ceea mai mare măsură, înfundările.

4. Ciuruirea la —50 mm, cu toată că s-a realizat cu stropire de apă, a funcționat cu multe dificultăți, din cauza înfundării ochiurilor ciurului cu argilă plastică și bucăți de bauxită cu dimensiune critică. Trecerea acestui ciur alimenta un dezintegrator cu palete, care de la început a ridicat probleme de funcționare și eficiență. Bucățile de bauxită care ajungeau între paletă și fundul cuvei erau blocate, provocînd ruperea paletelor, brațelor și ulterior chiar și a axei principale a dezintegratorului. Cuva dezintegratorului fiind relativ mică, curentul de apă cu argilă antrena bucăți de bauxită chiar și mai mari de 1 mm, ducînd la creșterea pierderilor de preparare.

Din motivele arătate, atît dezintegratorul, cît și ciurul din amonte au fost eliminate din fluxul tehnologic.

5. Hidrospălătoarele înclinate, cu spirale de antrenare și diametrul de 1 500 mm, nu au asigurat o eficiență de spălare corespunzătoare, au stimulat formarea aglomerărilor de argilă, care înglobau bucăți de bauxită, scăzînd eficiența spălării la 90—92 %. La acest aspect tehnologic defavorabil se adăugau și dificultăți de funcționare, ca urmare a sarcinilor axiale provocate de înclinarea acestuia.

În prima etapă, chiar la aceste spălătoare, s-au adus îmbunătățiri în sensul că au fost montate orizontal, iar spiralele au fost întrerupte și înlocuite în zona centrală a hidrospălătorului cu palete de ridicare montate paralel cu generatoarea cilindrului și palete de avans în cascadă, ceea ce a permis o rostologolire a materialului, cu efecte favorabile din dezintegrare și spălare simultan.

Cu toate îmbunătățirile aduse, experimentările au pus în evidență grosimea insuficientă a stratului de minereu din hidrospălătorul cu diametrul de 1 500 mm.

Aceasta a fost prima etapă în introducerea concepției de spălare autogenă.

Materialul mărunt rezultat din hidrospălător, prin apa de contracurent și trecerea — 8 mm al ciurului tronconic, este dirijat într-un clasor cu greble duplex. Înclinarea clasorului, nivelul de lichid din cuva de liniștire și stropitoarele montate în partea superioară, au fost reglate pentru continuarea spălării materialului mărunt în așa fel încît mișcarea de antrenare spre evacuare să provoace mișcarea materialului în mod pendular dar cu rezultantă de avansare spre amonte.

Mișcarea pendulară a materialului sub efectul stropitoarelor provoacă îndepărtarea argilei eliberate de pe suprafața și interstițiile celor mai fine particule de bauxită.

Nivelul tulburelii din cuva clasorului trebuie să fie adaptat permanent, mai ales în funcție de raportul solid-lichid și conținutul de bauxită fină în minereu, pentru a reduce pierderile de preparare.

6. Pentru a asigura o calitate superioară bauxitei spălate, așa cum se prevede în STAS, se claubează bucățile de calcar și aglomerările argiloase cu granulație mai mare de 30 mm, pe o bandă transportoare lată de 800—1 000mm.

La început, pe lîngă claubarea sterilului, s-a practicat și alegerea bauxitei albe, ca produs finit secundar pentru industria metalurgică.

7. După claubare bauxita cu granulație + 30 mm, rezultată din treapta I de sfărîmare și spălare, se granulează în treapta a II-a pentru a ajunge la — 30 mm, cu toleranța de maximum 10 % dar nu peste 50 mm. Această operație se realizează în granulatoare cu fălci. Din cauza tenacității și abrazivității bauxitei diasporice, gradul de sfărîmare prevăzut (3) nu se putea realiza decît cu reducerea capacității de granulare și la un consum de oțel manganos

în fălci de 10 ori mai mare decît la un grad de sfărîmare sub 2,2%.

Pentru atingerea capacității proiectate și reducerea consumului de oțel manganos s-a impus realizarea unei a treia trepte de sfărîmare, cu granulatoare giratorice cu diametrul de 900 mm.

8. Bauxita rezultată din treapta a II-a de sfărîmare, împreună cu clasa 8—30 mm și clasa — 8 mm de la clasoarele din treapta I de spălare, se supune spălării în treapta a II-a de spălare formată din hidrospălător și clasor în circuit deschis. În treapta a II-a de spălare se elimină 5—10 % argilă legată intim de rugozitățile bucăților de bauxită sau care îmbrăcau granulele de bauxită sub 8 mm.

9. Bauxita astfel spălată și după treapta a III-a de sfărîmare (care s-a realizat imediat după punerea în funcțiune a instalației Dobrești) se depozitează, cu benzi reversibile, în depozitul de omogenizare deschis de mare capacitate (20 000 t).

Apa din bauxita spălată depozitată se egutează și umiditatea scade de la 7—8 % la producere la 4—4,5 % la livrare, ceea ce permite livrările și iarna, fără dificultăți majore.

Aceste depozite și-au demonstrat viabilitatea prin aceea că au asigurat cu ușurință (prin benzi și pod graifăr) omogenizarea bauxitei spălate și încărcarea în vagoane, în vederea livrării la o capacitate de 200 t/h.

Tulbureala sterilă rezultată de la spălare se depozitează în iazuri de decantare (de coastă sau de vale). Solidul din tulbureală conține 95 % argilă coloidală și numai circa 5 % particule solide de granulație mai mare de 0,06 mm, compusă din silice liberă și alți silicați, precum și bauxită (3—4 %). Coronamentul iazurilor realizîndu-se cu material propriu, pentru a asigura stabilitatea lor, este necesară o decantare prin care conținutul de material solid, de finețe peste 0,06 mm, să crească în dig și în apropierea digului la peste 50 %. Aceasta s-a realizat prin decantare subacvatică prin papuci de liniștire, în solzi.

Ulterior, datorită reducerii pierderilor de preparare, conținutul de material solid de peste 0,06 mm în tulbureală a scăzut la circa 3 %, din care cauză la ridicarea digurilor s-a utilizat material de împrumut (balast). Unghiul de taluz exterior se menține sub 19°, astfel ca incidența curbei de exfiltrație să fie sub nivelul digului de amorsare.

Din cauza condițiilor deosebit de grele, privind stabilitatea digurilor, se lucrează cu trei compartimente de iaz:

— unul în funcțiune (timp de 1 an);
— unul în desecare;
— unul în ridicare.

Cu toate că se lucrează cu un procent ridicat de material coloidal, datorită unei dimensionări corespunzătoare a iazurilor, se realizează o limpezire avansată, ajungînd la sub 20 mg/l.

III. Tehnologia îmbunătățită

În perioada ce a urmat punerii în funcțiune și atingerii parametrilor proiectați, s-a pus problema creșterii capacității de producție cu 30 % ca urmare a creșterii rezervelor de minereu în zona nordică a zăcămîntului și eliminării punctelor înguste de la liniile de preparare în funcțiune.

Creșterea capacității de producție urma să se realizeze la instalația de la Chistag.

Din analiza critică prezentată la primul flux de spălare a rezultat, ca cel mai favorabil, un flux (fig. 3) care să asigure, cu o singură linie de spălare, noua creștere de capacitate, în loc de două linii de 50 000 t/an, flux care constă din depozit de minereu brut pe sol de 5 000 t capacitate, cu încărcarea prin poduri graifăr de 10 t, capacitate în flux continuu (pentru a evita înfundarea buncărelor alimentatoarelor cu plăci care au capacitate mică de 10—20 t).

Alimentarea cu graifăr a liniilor de preparare permite și menținerea unei benzi de calitate constante în alimentare (bauxită în minereu).

Minereul brut din buncăr, prin intermediul unui alimentator cu plăci de 1 000 mm, cu capacitate reglabilă de 60—120 t/h și un transportor cu bandă, alimentează un ciur vibrant cu bare.

Ciuruirea se realizează umed la ± 100 mm. Refuzul ciurului (+ 100 mm) alimentează concasorul A_8 (850 × 450 mm) care, de asemenea, lucrează umed în exces, evitînd astfel formarea prafului și înfundarea cu argilă.

Deoarece terenul pe care s-a realizat instalația este plan, ciurul și concasorul s-au montat pe o fundație de 8,5 m înălțime.

Trecerea ciurului (— 100 mm) și minereul concasat se reîntîlnește prin intermediul unui jgheab colector și alimentează hidrospălătorul (Ø 2 200 × 7 000 mm).

Hidrospălătorul s-a dimensionat pentru acoperirea unei capacități de 100 000 t/an bauxită spălată, preluînd și funcțiile dezintegratorului; prin aceasta s-a eliminat și ciuruirea pentru clasa — 50 mm. După reglarea fluxului, capacitatea a crescut la 150 000 t/an bauxită spălată. Diametrul corespunzător acestei capacități a permis creșterea patului de minereu din hidrospălător la 350—500 mm, iar timpul de spălare a crescut pînă la 15 min. În felul acesta minereul din hidrospălător este supus unui efect de rostogolire, complex, la care participă toate clasele granulometrice; se obține astfel un efect de spălare autogen foarte eficace.

În acest hidrospălător s-a urmărit și raționalizarea așezării și dimensionării paletelor de ridicare și avansare, astfel că numărul paletelor de ridicare a crescut, iar a celor de avan-

sare a scăzut. De asemenea, antrenarea hidrospălătorului s-a realizat printr-o coroană formată din segmenți și bolțuri cu role (în loc de dinți), cu posibilități de a modifica turația (5—7—9 rot/min), în funcție de timpul de spălare necesar. Din cele de mai sus rezultă că timpul de spălare este funcție de grosimea patului de minereu, așezarea paletelor și turația hidrospălătorului. Aceste elemente determină și capacitatea de prelucrare a hidrospălătorului.

unde :

b este distanța între paletele de ridicare;

φ — unghiul de frecare limită între bauxită și căptușeală (în apă 20—30°C);

R — raza hidrospălătorului.

Prin urmare n — numărul paletelor de ridicare este :

$$n = \frac{2\pi R}{b} \qquad (2)$$

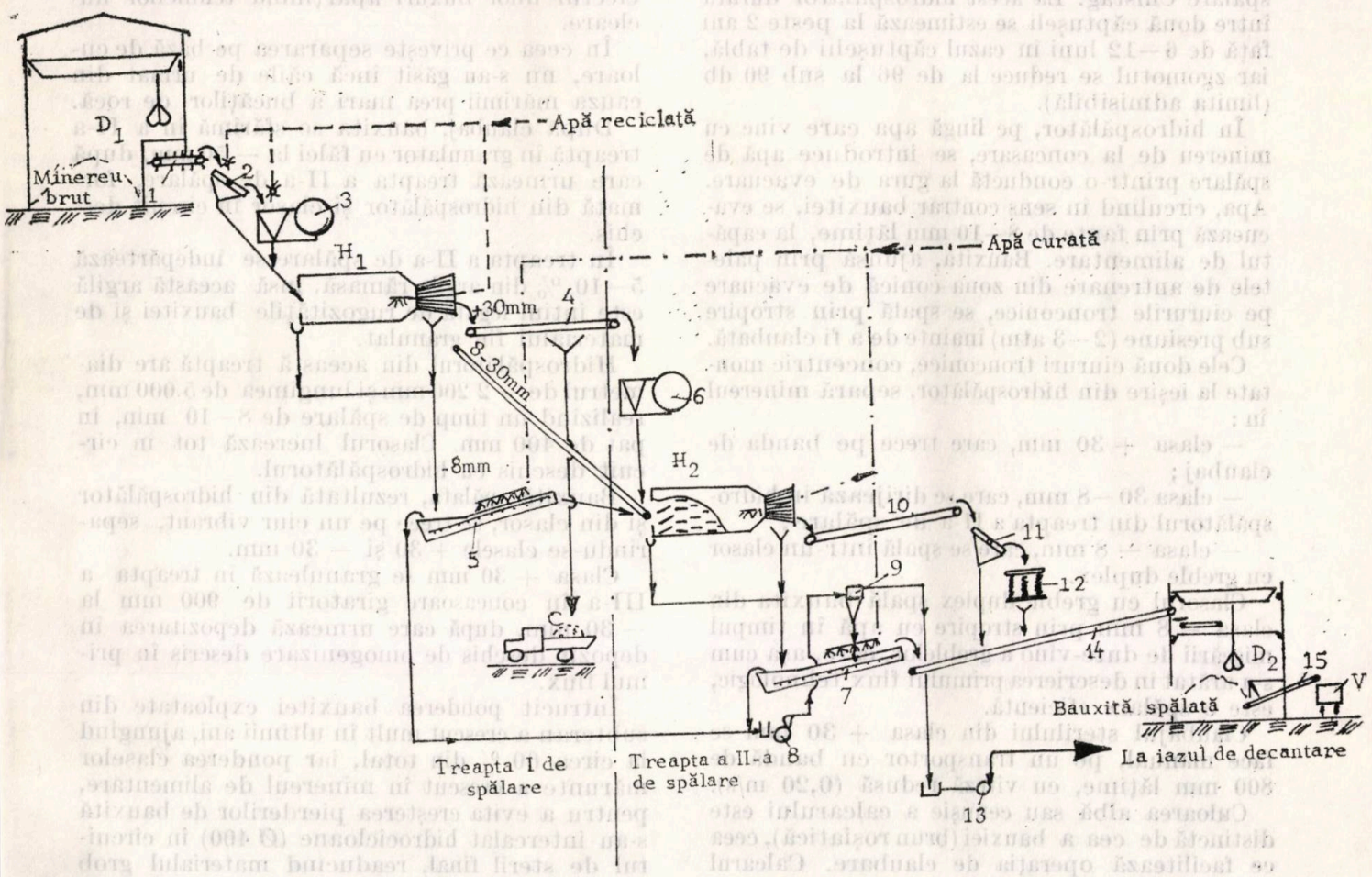


Fig. 3. Flux tehnologic îmbunătățit pentru spălarea minereurilor de aluminiu formate din bauxită și argilă :

D_1 — depozit de minereu brut; *1* — alimentator cu plăci; *2* — ciur cu bare ± 100 mm; *3* — concasor cu fălci A_8; H_1 — hidrospălător 2 200 × 7 000; *4* — bandă de claubaj; *5* — clasor cu greble duplex; C — calcar claubat (steril); *6* — granulator cu fălci; H_2 — hidrospălător 2 200 × 5 000; *7* — clasor cu greble duplex; *8* — pompă PTH; *9* — hidrociclon cu diametrul 450; *10* — transportor cu bandă; *11* — ciur vibrant ±30 mm; *12* — concasor giratoric cu diametrul de 900; *13* — pompă de tulbureală; *14* — transportor cu bandă; D_2 — depozit de omogenizare; *15* — transportor cu bandă; *V* — vagon KUSF.

Avantajul acestui sistem de antrenare este elasticitatea și posibiltatea înlocuirii ușoare a bolțurilor, ceea ce prelungește durata de exploatare.

În ultima perioadă, urmărind în continuare mărirea efectului de spălare, s-a calculat frecvența paletelor de ridicare, astfel încît să se evite alunecarea bauxitei pe căptușeală, respectiv :

$$b > \frac{\pi \varphi R}{180} \qquad (1)$$

Unghiul de frecare depinde de felul căptușelii (tablă, cauciuc) și se determină ca medie a încercărilor practice.

Înălțimea paletelor de ridicare, h, s-a ales astfel încît să apară o rostogolire de bauxită pe bauxită în interiorul masei, asigurînd fenomenul de spălare autogenă. În general, înălțimea paletelor de rdicare reprezintă 1/4—1/3 din înălțimea H a patului de minereu.

Raționalizarea amplasării și a înălțimii paletelor a permis creșterea eficienței de spălare în prima treaptă de spălare cu circa 5 %, redu-

cerea aproape totală a aglomerărilor de argilă și a creat posibilitatea trecerii la cauciucare a hidrospălătoarelor. Atîta timp cît paletele au avut înălțime de 250—350 mm, cauciucarea nu era posibilă deoarece atingerea rezistenței necesare obliga la dimensiuni exagerate ale paletelor cauciucate.

În colaborare cu I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva s-a elaborat proiectul și în anul 1980 s-a realizat primul spălător cauciucat la linia a II-a de spălare Chistag. La acest hidrospălător durata între două căptușeli se estimează la peste 2 ani față de 6—12 luni în cazul căptușelii de tablă, iar zgomotul se reduce la de 96 la sub 90 db (limita admisibilă).

În hidrospălător, pe lîngă apa care vine cu minereu de la concasare, se introduce apă de spălare printr-o conductă la gura de evacuare. Apa, circulînd în sens contrar bauxitei, se evacuează prin fante de 8—10 mm lățime, la capătul de alimentare. Bauxita, ajunsă prin paletele de antrenare din zona conică de evacuare pe ciururile tronconice, se spală prin stropire sub presiune (2—3 atm) înainte de a fi claubată.

Cele două ciururi tronconice, concentric montate la ieșire din hidrospălător, separă minereul în:

— clasa + 30 mm, care trece pe banda de claubaj;

— clasa 30—8 mm, care se dirijează în hidrospălătorul din treapta a II-a de spălare;

— clasa — 8 mm, care se spală într-un clasor cu greble duplex.

Clasorul cu greble duplex spală bauxita din clasa — 8 mm prin stropire cu apă în timpul mișcării de dute-vino a greblelor, care, așa cum s-a arătat în descrierea primului flux tehnologic, este o spălare eficientă.

Claubajul sterilului din clasa + 30 mm se face manual, pe un transportor cu bandă de 800 mm lățime, cu viteză redusă (0,20 m/s).

Culoarea albă sau cenușie a calcarului este distinctă de cea a bauxiei (brun roșiatică), ceea ce facilitează operația de claubare. Calcarul apare datorită diluției în minereu, rezultat din zonele înconjurătoare (culcușul și acoperișul zăcămîntului fiind format din calcare) de la împușcare și transportul cu screperul.

După claubaj, conținutul de CaO scade în bauxita spălată la sub 2 %, din care 0,3—0,6 % CaO este mineralogic legat în masa minereului și numai restul de 1,4—1,7 % reprezintă CaO provenit din diluție (din clasă granulometrică de — 30 mm, ce nu se poate clauba).

Odată cu claubajul calcarului se îndepărtează și eventualele aglomerări de argilă (care la un hidrospălător bine reglat se reduc aproape total).

Claubajul se face pînă la granulația — 30 mm. În prezent pe o linie de preparare lucrează 3—5 muncitori, în funcție de cantitatea de calcar. Eficiența claubajului este negativ influențată de umiditatea materialului claubat, de fluxul continuu și de oboseala ce apare după primele ore de muncă.

Pe de altă parte, obligativitatea de a asigura un conținut de maximum 1,1% CaO în bauxita livrată, conform standardului în vigoare, a condus la căutarea unor soluții de mecanizare. În acest sens, în colaborare cu Institutul de fizică și inginerie nucleară București se fac cercetări, urmărind activarea, absorbția sau ecranarea diferită a calcarului de bauxită sub efectul unor fluxuri aparținînd tehnicilor nucleare.

În ceea ce privește separarea pe bază de culoare, nu s-au găsit încă căile de urmat din cauza mărimii prea mari a bucăților de rocă.

După claubaj, bauxita se sfărîmă în a II-a treaptă în granulator cu fălci la — 50 mm, după care urmează treapta a II-a de spălare, formată din hidrospălător și clasor în circuit deschis.

În treapta a II-a de spălare se îndepărtează 5—10 % din argila rămasă, însă această argilă este intim legată de rugozitățile bauxitei și de materialul fin granulat.

Hidrospălătorul din această treaptă are diametrul de — 2 200 mm și lungimea de 5 000 mm, realizînd un timp de spălare de 8—10 min, în pat de 400 mm. Clasorul lucrează tot în circuit deschis cu hidrospălătorul.

Bauxită spălată, rezultată din hidrospălător și din clasor, se trece pe un ciur vibrant, separîndu-se clasele + 30 și — 30 mm.

Clasa + 30 mm se granulează în treapta a III-a în concasoare giratorii de 900 mm la — 30 mm, după care urmează depozitarea în depozit deschis de omogenizare descris în primul flux.

Întrucît ponderea bauxitei exploatate din subteran a crescut mult în ultimii ani, ajungînd la circa 60 % din total, iar ponderea claselor mărunte a crescut în minereul de alimentare, pentru a evita creșterea pierderilor de bauxită s-au intercalat hidrocicloane (Ø 400) în circuitul de steril final, readucînd materialul grob (+ 0,15 mm) în clasorul din treapta a II-a de spălare.

Deoarece consumul de apă total este de 5 m^3/t de minereu prelucrat, reducerea acestuia are o importanță mare. Unul din factori îl reprezintă reducerea apei de transport prin jgheaburi între utilaje și anume respectarea unghiului de scurgere a bauxitei în funcție de clasa granulometrică (8—15 °), astfel încît cantitatea de apă pentru transport să fie mai mică cantitativ decît cantitatea de apă tehnologică.

Circuitul apei de spălare este următorul:

- apa curată, sub presiune de 2—3 atm spală, prin stropire, bauxita pe ciururile tronconice ale hidrospălătoarelor și în clasoare, în partea de deasupra, se captează într-un bazin de unde se pompează ca apă recircuitată (deja folosită) în treapta I de spălare;

• apa recirculată umectează în exces minereul brut de pe ciurul cu bare, concasor cu fălci și pătrunde în hidrospălătorul din treapta I, de acolo în cuva clasorului nr. 1 ;

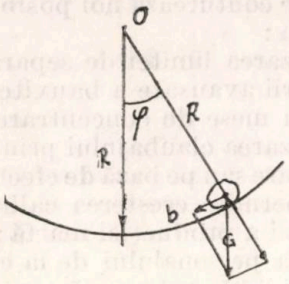


Fig. 4.

• revărsarea clasorului se recirculează prin pompe PTH, în hidrocicloane, pentru a recupera bauxita fină conținută, iar restul se evacuează la iazurile de decantare unde, după limpezire, se pompează pentru spălare.

Procesul de preparare prin spălare a masei miniere din minereul de aluminiu își are specificul său, din care cauză a trebuit ca pentru urmărirea eficienței fluxului tehnologic de spălare să se stabilească criterii și indici care să permită analize, concluzii și decizii suficient de operative pentru a putea controla și îmbunătăți rezultatele.

În acest scop, pe parcursul reglajului tehnologic al liniilor de preparare și în perioada ce a urmat s-au stabilit :

— eficiența de spălare ;

— pierderile de preparare (mecanice și tehnologice) ;

— calitatea bauxitei spălate (Al_2O_3, SiO_2, și CaO) ;

— granulometria produsului finit.

În primul rînd s-a stabilit limita de separare a clasei granulometrice care nu mai reprezintă bauxită. Dintr-un număr foarte mare de analize a rezultat că aceasta este — 0,15 mm. Conținutul de Al_2O_3 și SiO_2 al acestei clase o scoate din sfera interesului economic în mod net. La această determinare de limită s-au avut în vedere prețul de vînzare, prețul de cost, corecțiile de preț în vigoare și cele în perspectiva unor valorificări avansate rezultate din studiul de condiții industriale.

Trebuie să arătăm că limita de separare a fost, inițial, la 1 mm, după aceea la 0,25 mm și în prezent a ajuns la 0,15 mm, deoarece creșterea ponderei producției din subteran a avut drept consecință și creșterea ponderei bauxitei fine.

Eficiența de spălare se exprimă ca un raport al conținuturilor de SiO_2 eliminat prin spălarea față de cel teoretic posibil de eliminat (spălare ideală) și se calculează cu relația :

$$E = \frac{a - c}{a - c_1} \times 100 \qquad (23)$$

unde :

a reprezintă conținutul de SiO_2 în minereul supus spălării ;

c — conținutul de SiO_2 în concentratul rezultat din spălare ;

c_1 — conținutul de SiO_2 mineralogic legat de bauxita spălată (după spălare ideală).

Pierderea de preparare reprezintă totalitatea solidului din tulbureala evacuată la iaz avînd granulația de + 0,15 mm raportată la total bauxită în masa minieră prelucrată în procente. Trebuie arătat că pierderile de 2—4 %, ce se înregistrează în prezent, sînt convenționale, deoarece din analiza lor mineralogică rezultă că acest material fin are circa 40 % bauxită și restul silice, silicați, calcar și alte minerale. Deci, recuperarea avansată va trebui combinată cu o îmbogățire în bauxită a finului, motiv pentru care în prezent se montează mese de concentrare în acest scop.

Calitatea bauxitei spălate (a concentratului) se determină prin analize chimice pentru a fi comparate cu cerințele STAS și anume :

Al_2O_3 minimum 55 %;

SiO_2 maximum 4,5 %;

CaO maximum 1,1 %.

Granulometria produsului finit se determină pe sită cu ochiuri rotunde de diametru 30 mm, admițîndu-se o depășire de dimensiuni de maximum 10 % dar nu peste 50 mm.

Acești indici se urmăresc pe schimburi, zilnic și lunar, luînd măsuri imediate pentru reglarea fluxului tehnologic, în funcție de valoarea indicilor.

Spre exemplu, redăm eficiența și pierderile de spălare realizate la instalația de preparare Chistag.

	Efectul de spălare, %	Pierderi de preparare, %
1968	93,00	4,50
1969	92,69	3,76
1970	93,50	3,49
1971	90,71	3,85
1972	92,49	3,03
1973	92,00	4,12
1974	97,60	4,80
1975	99,20	3,90
1976	99,00	3,75
1977	98,40	3,70
1978	98,30	3,50
1979	98,70	3,10

Diferențele din perioada 1968—1973 se datoresc parțial metodologiei de calcul și modului de cunoaștere a fluxului de preparare.

Concluzii

Din prezentarea experienței noastre în domeniul preparării prin spălare a minereului de aluminiu, format din bauxită și argilă, merită a fi reținute următoarele :

a — fluxul tehnologic de preparare practicat la I. M Dobrești permite îndepărtarea argilei din mineruri cu conținuturi diferite de bauxită și argilă, avînd reprezentate toate clasele granulometrice de la 400 mm pînă la 0,15 mm și în perspectivă chiar sub 0,1 mm, cu o eficiență de spălare foarte ridicată (98—99 %) și cu pierderi relativ mici (3—4 %) la o capacitate reală de 150 000 t/an bauxită spălată ;

b — spălarea în pat gros de minereu a permis realizarea unei spălări autogene eficiente în hidrospălătoare, hidrospălătorul devenind utilajul conducător în fluxul de preparare, eliminînd dezintegratoarele și ciururile ce le precedau ;

c — hidrospălătorul de diametru 2 200 mm, cu o poziționare și dimensionare adecvată a paletelor de ridicare și de avans, cauciucat, este un utilaj care asigură, de la început, îndepărtarea celei mai mari părți de argilă și, prin construcție, asigură o fiabilitate bună ;

d — bauxita fină (avînd suprafața relativă mai mare față de bucățile mai mari) se spală eficient în clasoare duplex la care ritmul mișcării greblelor, înclinarea clasorului, stropirea cu apă și nivelul tulburelii din cuvă trebuie adaptate în funcție de ponderea claselor granulometrice și conținutul în bauxită al minereului ;

e — pentru reducerea pierderilor în flux, sînt intercalate hidrocicloane ;

f — în cazul bauxitei prelucrate, granulația cerută prin STAS se poate asigura numai în trei trepte de sfărîmare, din care treapta I trebuie să lucreze pe cale umedă în exces pentru a evita înfundările și a începe umidificarea argilei cît mai repede ;

g — minereul brut, format din bauxită extradură și argilă în general plastică, nu se poate însiloza, depozitele pe sol cu alimentare cu poduri graifăr fiind cele mai adecvate ; ca alimentatoare, cele cu plăci de 1 000 mm sînt corespunzătoare scopului ;

h — datorită ponderei mari a materialului coloidal ce se depune în iazurile de decantare, este necesar să se conducă cu multă acuratețe tehnică exploatarea iazurilor, în cadrul parametrilor geometrici și fizico-chimici stabiliți ; se preferă iazurile de vale care au diguri cu mult mai scurte.

Cu toate realizările obținute, acestea nu limitează continuarea acțiunilor pentru îmbunătățirea, pe mai departe, a indicatorilor de preparare și deja se conturează noi posibilități, dintre care amintim :

- reanalizarea limitei de separare, în vederea recuperării avansate a bauxitei fine în flux completat cu mese de concentrare ;
- mecanizarea claubajului prin aplicarea de tehnici nucleare sau pe bază de efect de culoare, ceea ce va permite creșterea calității bauxitei spălate și deci a producției marfă ;
- folosirea personalului de la claubaj în exploatarea minieră subterană, care se extinde an de an ;
- alimentarea cu minereu brut a instalațiilor cu poduri rulante moderne care au o comandă indirectă, sînt formate din chesoane sudate, au debit mărit de lucru și fiabilitate ridicată ;
- reducerea apei de spălare și reglarea fluxului în funcție de conținutul de bauxită în minereu în mod operativ.

Fluxul de preparare prin spălare prezentat se poate aplica pentru orice minereu sau rocă utilă care nu se dizolvă în apă și are argilă. De asemenea, capacitățile de prelucrare pot crește mult cu dimensionarea adecvată a hidrospălătoarelor (diametru și lungime).

Bibliografie

[1] * * * *Reglarea fluxului tehnologic la instalațiile de spălare a bauxitei — faza industrială.* Studiu ICEMIN D.P. 50-N-65, București, 1965.

[2] * * * *Idem faza a II-a.* Studiu ICEMIN D.P. 50-N-66, 1966.

[3] * * * *Reglarea fluxului tehnologic la linia a II-a de preparare Chistag.* Studiu ICEMIN, 1977.

[4] * * * *Proiect de execuție — linia a II-a de preparare Chistag.* Proiect ICEMIN, 1969.

[5] * * * *Cercetarea posibilităților de recuperare avansată a bauxitei mărunte din șlamurile rezultate la spălarea bauxitei.* Cercetare ICITPLCIM Deva, 1977.

[6] * * * *Cercetări privind creșterea fiabilității și reducerea zgomotului la hidrospălătoarele de bauxită de la I.M. Dobrești.* Studiu C.9.2 ICITPLCIM Deva, 1978.

[7] * * * *Proiect tehnic pentru introducerea hidrocicloanelor în fluxul de spălare a bauxitei.* Priect I.M. Dobrești, 1978

[8] * * * *Studiu hidrogeotehnic pentru iazurile de decantare de la I.M. Dobrești.* Studiu 78.226. IPROMIN, București, 1972.

[9] Fechete, E. și Nemeth, L. *Procedeu și instalație de spălare a minereurilor de aluminiu formate din bauxită și argilă.* Brevet de invenție 64.402, București, 1973.

Apa singenetică — cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt (II)

Prof. dr. ing. I. D. Pârcălăbescu și conf. dr. ing. C. Gh. Popa
Institutul de petrol și gaze Ploiești

În cîteva lucrări anterioare [1, 2, 5, 6] s-a arătat că dacă colectorul poros-permeabil polar al zăcămintelor de hidrocarburi fluide vine în contact, în procesul de filtrație, cu apa sa de zăcămînt-polară, dar care s-a aflat în echilibru ionic cu roca sa singenetică, nici colectorul poros-permeabil polar nu suferă modificări, nici apa mineralizată-singenetică nu a cunoscut vreo schimbare fizico-chimică, structurală. Aceasta ne-a determinat să afirmăm [6] că apa singenetică este cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt.

Desigur că această propunere a ridicat obiecții, printre altele și pe cea a problemei utilizării apelor, ca agent de dislocuire a țițeiului, așa cum sînt ele colectate în zonă, fără a se mai crea alte probleme tehnologiei exploatării zăcămintelor.

S-a emis părerea că poate prin amestecarea a n surse de apă din zonă s-ar putea obține o apă de injecție, care să fie compatibilă fizico-chimic cu zăcămîntul de țiței pe are-l exploatăm.

Modelul creat de noi, pentru lămurirea acestei păreri emise, a plecat de la stabilirea compoziției chimice medii a apelor pe etajele geologice ale structurii, din care se obține apa în procesul de exploatare, alături de compoziția chimică a apelor pentru injecție colectate într-o stație zonală, în care se amestecă ape din pliocen, miocen și dogger. Compoziția chimică medie a acestor ape o redăm în tabelul 1.

Cercetările fizico-chimice asupra colectoarelor petrolifere din oligocenul structurii și asupra apelor singenetice ne permit să redăm participarea medie procentuală a ionilor în tabelul 2, pentru ionii de participare majoră, care au poderea cea mai însemnată în schimbul ionic dintre mediul polar solid și mediul polar fluid aflate în contact [1, 2, 6].

Apele din cele două zăcăminte aparțin tipului cloro-calcic în clasificarea lui V. A. Sulin, iar colectoarele petrolifere, grezoase, conțin, în mod diferențiat [6], alături de cuarț (rețea cristalină stabilă), clorite, și, mai ales, montmorillonite în interstratificare cu illitul și cloritul, rețelele conținînd montmorillonit, fiind cele mai active în acest schimb ionic, pentru că rețelele acestea sînt puternic polare [1, 2].

Filtrarea apelor singenetice, simulată în condiții de zăcămînt, a arătat [6] că numai acestea nu au provocat umflarea rețelelor cristaline polare ale carotelor, lăsînd spațiul de filtrare nealterat în timp, perfect nealterat atunci cînd apele oligocenului ($a_1 + a_2$) au filtrat prin carota din oligocen a_1, și cu o oarecare mică influență la început, atunci cînd apele din oligocenul b_2 au filtrat prin carota aparținînd oligocenului b_1. În lucrarea [6] se dau ample explicații acestui fenomen.

Legitățile schimbului ionic [1—6] permit să afirmăm că dacă apele de injecție pentru cele două zăcăminte din oligocen ar ajunge la stări medii compoziționale de genul celor schițate în tabelul 2, pentru principalii ioni schimbabili $Na^+ + K^+$, Ca^{2+} și Mg^{2+}, atunci efectul blocării fizico-chimice va fi practic redus.

Plecînd însă de la datele din tabelul 1 să încercăm, folosind legitățile schimbului ionic în condiții de zăcămînt [1—6], să amestecăm apele după „o lege a proporțiilor", aflată cu ajutorul unei analize combinatorii, găsită [8] prin programul FORTRAN.

Programul folosește, drept date de intrare, concentrațiile exprimate în mg e/l în ionii de $Na^+ + K^+$, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, conform datelor din tabelul 1. Aceste date sînt folosite, în primul rînd, pentru calculul concetrațiilor exprimate în procente pentru fiecare din ionii de mai sus.

Pentru executarea amestecului de ape, care să conducă la concentrația dorită în ionii de $Na^+ + K^+$, Ca^{2+} și Mg^{2+}, s-a folosit o treaptă de amestec de 5% din fiecare apă. În vederea generalizării a mai fost luată în considerare și posibilitatea folosirii în amestec a apei nemineralizate, O% concentrații ionice, ceea ce a condus la necesitatea verificării a 64 milioane de combinații de amestec.

Desigur că o bună parte din combinații a fost eliminată din start prin punerea condiției:

$$\sum_{i=1}^{6} x_i = 1$$

unde:

x_i reprezintă fracția volumetrică a apei i în amestec.

Calculele concentrației medii în amestec au fost executate conform relațiilor:

$$\bar{C}_j = \sum_{i=1}^{6} x_i \, C_{ij}$$

unde:

C_{ij} reprezintă concentrația în ionul j (care poate fi $Na^+ + K^+$, Ca^{2+} sau Mg^{2+}), existentă în apa i, care intră în amestec cu fracția volumetrică x_i.

Fiecare concentrație medie $\bar{C}_j$ a fost testată dacă îndeplinește condițiile impuse pentru concentrația optimă a echilibrului ionic în zăcămînt.

Tabelul 1

Compoziția chimică „medie" a apelor

Nr. apei	Proveniența apei	Na^+		K^+		Ca^{2+}		Mg^{2+}		Cl^-		SO_4^{2-}		HCO_3^-	
		mg, e/l	%, e	mg, e/l	%, e	mg, e/l	%, e	mg, e/l	%, e	mg, e/l	%, e	mg, e/l	%, e	mg, e/l	%, e
1	helvețian	2528,865	54,89	4,735	0,103	167,92	3,65	184,1	3,97	1701,685	36,21	1,13	0,024	17,675	0,383
2	helvețian + oligocen	1897,80	62,41	1,92	0,064	115,43	3,75	121,15	3,96	898,95	29,505	1,245	0,041	7,244	0,241
3	oligocen b_1	871,0	30,44	—	—	153,80	5,37	62,7	2,155	1708,1	59,395	0,426	0,032	70,3	2,455
	oligocen b_2	1217,0	31,58	5,1	0,1	160,6	4,15	50,3	1,2	2397,0	62,0	0,721	0,018	21,0	0,51
	oligocen b_3	1517,0	36,0	6,66	0,159	224,15	5,33	113,5	3,7	2327,0	55,5	0,958	0,0228	11,7	0,278
4	oligocen a_1 + a_2	521,0	22,9	—	—	167,65	7,35	84,3	3,71	1458,3	64,0	0,839	0,037	46,0	2,03
5	apa de injecție	739,0	51,0	5,16	0,38	170,65	11,7	91,5	6,31	429,0	29,6	1,08	0,074	11,6	0,8
	apa de injecție	605,0	46,5	5,1	0,39	167,65	12,9	84,3	6,48	424,5	32,6	1,041	0,08	11,7	0,9

Tabelul 2

Participarea medie procentuală a ionilor

În apa de zăcământ				În colectorul petrolifer		
tipul de apă	Mg^{2+}	Ca^{2+}	$Na^+ + K^+$	Zăcământul	$Li^+ + Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}
cloro-calcic	3,7	7,3	22,9	oligocen *a*	3	6	$\geqslant 3$
cloro-calcic	2,4	4,9	32,7	oligocen *b*	3	$\geqslant 3$	3

Aceste condiții au fost de exemplu pentru zăcămîntul oligocen *b* :

$$12\ \% \leqslant \overline{C}_{Na^+ + K^+} \leqslant 40\ \%$$

$$4\ \% \leqslant \overline{C}_{Ca^{2+}} \leqslant 5\ \%$$

$$2{,}5\ \% \leqslant \overline{C}_{Mg^{2+}} \leqslant 3\ \%$$

Condițiile impuse au rezultat din lucrările [1, 2, 6], care reclamă, pe de o parte păstrarea echilibrului ionic la interfața mediu solid polar/mediu fluid polar, concomitent cu echilibrul ionic [3] al Na^+ în soluție cu Ca^{2+} și Mg^{2+}.

Așa cum rezultă din schema-logică din figura 1, variantele care nu au verificat fiecare din aceste condiții au fost eliminate. În final, au fost listate, la imprimantă, variantele care au îndeplinit toate condițiile impuse, numărul acestor variante fiind de 196.

Pentru estimări mai rapide ale fracțiilor volumetrice ale apelor din amestec, pentru situația în care nu este folosită apa pură, rezultatele sînt reprezentate grafic în figura 2.

Au fost eliminate combinațiile cu apa pură, pentru că, așa cum arată calculele, situația este cea mai nefavorabilă.

Pentru combinarea celorlalte ape din tabelul 1, așa cum în mod expresiv indică diagrama din figura 2, partea de bază (între 55 și 80%) revine apei 3, a oligocenului *b*, atenționîndu-ne că singura soluție, din punct de vedere fizico-chimic, este utilizarea apei singenetice, susținînd, și pe această cale, ideea că [4] cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt este apa sa singenetică.

După părerea noastră ar trebui să mai avem în vedere, în cazul unui proces de optimizare a exploatării prin injecție de apă, și următoarele probleme ridicate de tehnologia preparării apei pentru injecție :

- colectarea separată a apelor de zăcămînt pentru a le putea amesteca cantitativ, după rețeta propusă, și ilustrată de diagrama din figura 2, este o problemă deloc simplă sau economicoasă în condițiile din șantiere ;

• îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecţie este o problemă complexă din punct de vedere fizico-chimic [4,6], deosebit de pretenţioasă şi, ca atare, scumpă din punct de vedere tehnologic;

• îndepărtarea materiei organice din apele obţinute în procesul de exploatare este o necesitate, pentru că materia organică participă la blocarea fizico-chimică a sondelor de injecţie [5], problematică care încă nu şi-a găsit rezolvarea adecvată pentru condiţiile din şantiere;

• acţiunea de combatere a coroziunii şi a depunerilor de bicarbonaţi [5] se impune în

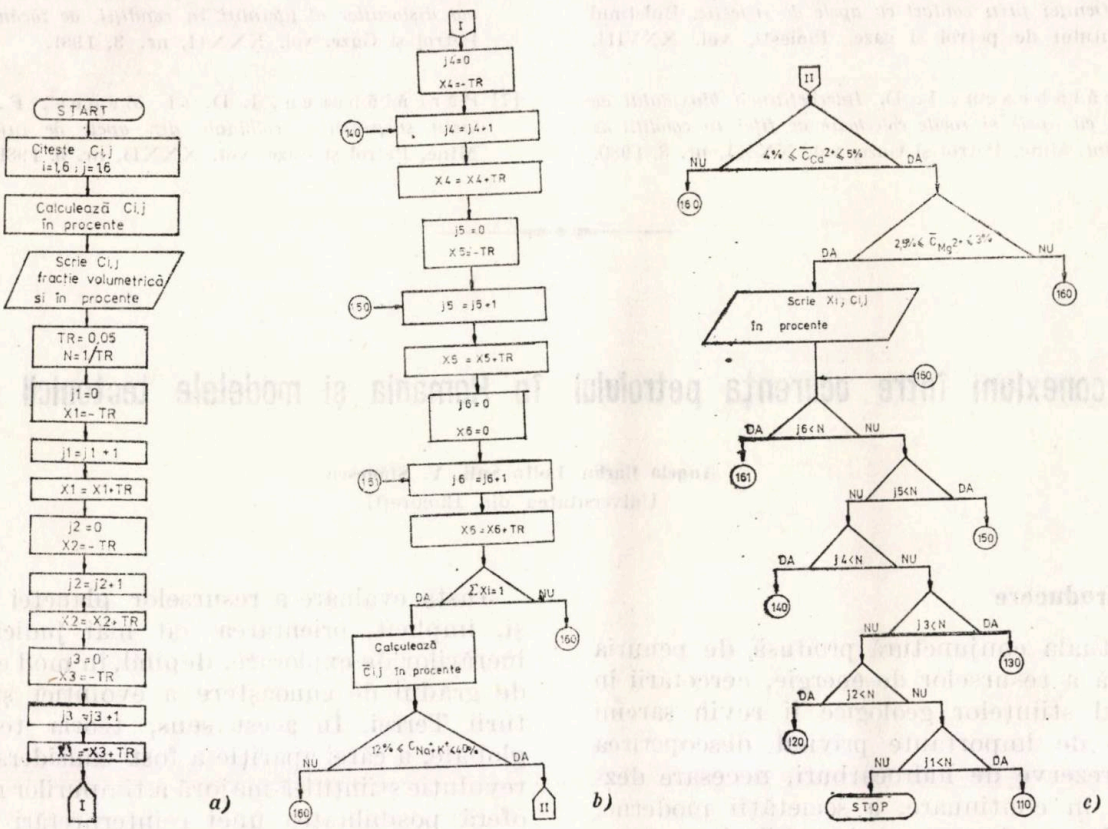


Fig. 1. Schema logică.

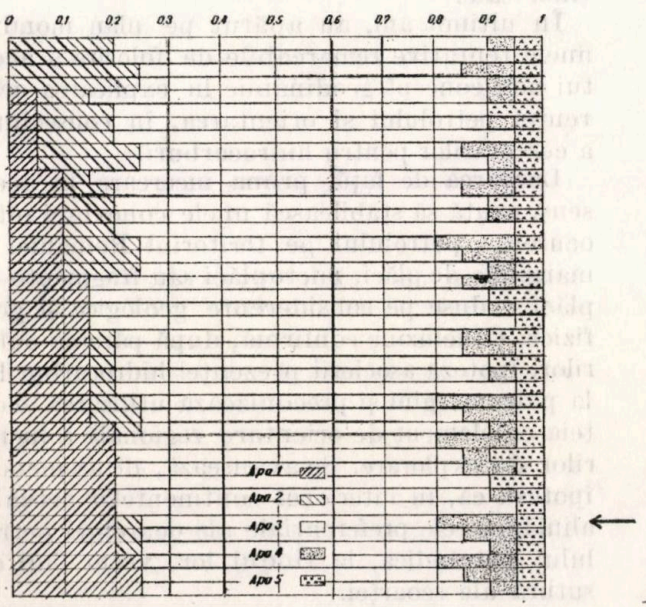


Fig. 2. Participarea procentuală a apelor din tabelul 1 în alcătuirea apei de injecţie adecvată zăcămîntului de ţiţei din oligocenul *b*.

mod necesar, însă ele apar ca probleme deosebit de complexe din punct de vedere fizico-chimic şi tehnologic.

Cu această multitudine de probleme ridicate de tehnologia preparării apelor pentru injectare în zăcămînt, şi, să recunoaştem, probleme deosebit de complexe din punct de vedere teoretic şi tehnologic, pretindem că, ideea, că cel mai adecvat dislocuitor al ţiţeiului în condiţii de zăcămînt rămîne apa sa singenetică, nu poate fi neluată în consideraţie.

Bibliografie

[1] Pârcălăbescu, I. D. *Schimbul ionic între mineralele argiloase prezente în unele structuri gazeifere și fluidele cu care vin în contact.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XVIII, 1971.

[2] Pârcălăbescu, I. D. *Umflarea mineralelor argiloase polare din dacianul structurii petrolifere Moreni-Gura Ocniței prin contact cu apele de injecție.* Buletinul Institutului de petrol și gaze, Ploiești, vol. XXVIII, 1978.

[3] Pârcălăbescu, I. D. *Interacțiunea bioxidului de carbon cu apele și rocile colectoare de țiței în condiții de zăcământ.* Mine, Petrol și Gaze, vol. XXXI, nr. 8, 1980.

[4] Pârcălăbescu, I. D. și Manea, F. *Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecție* (I) Mine, Petrol și Gaze, vol. XXXI, nr. 9, 1980.

[5] Pârcălăbescu, I. D. *Proiectarea exploatării zăcămintelor de hidrocarburi fluide.* Institutul de petrol și gaze, Ploiești, 1980.

[6] Pârcălăbescu, I. D. *Apa singenetică cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcământ.* Mine Petrol și Gaze, vol. XXXII, nr. 3, 1981.

[7] Pârcălăbescu, I. D. și Manea, F. *Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecție.* (II) Mine, Petrol și Gaze, vol. XXXII, nr. 5, 1981.

Unele conexiuni între ocurența petrolului în România și modelele tectonicii globale

Angela Barbu, Lolia Sali, V. Stănescu
Universitatea din București

I. Introducere

În actuala conjunctură produsă de penuria mondială a resurselor de energie, cercetării în domeniul științelor geologice îi revin sarcini deosebit de importante privind descoperirea de noi rezerve de hidrocarburi, necesare dezvoltării, în continuare, a societății moderne. Deși se depun eforturi considerabile în vederea obținerii de noi resurse energetice, se apreciază că rezultatele acestora se vor concretiza abia peste unul sau chiar două decenii, petrolul rămînînd, deocamdată, cea mai importantă sursă de energie de care dispune omenirea, fapt evidențiat și la lucrările celui de-al 10-lea Congres Mondial al Petrolului, desfășurat la București în septembrie 1979.

Resursele mondiale de hidrocarburi, estimate la începutul anului 1977, se ridicau la impresionanta cifră de $304 \cdot 10^9$ t. Din acestea însă, aproape jumătate (141.10^9t) reprezentau rezerve nedescoperite încă, aparținînd domeniului marin și regiunilor greu accesibile. În plus, din calculele specialiștilor [30] reiese că la ritmul de extracție prevăzut, încă înainte de sfîrșitul acestui secol, mai mult de jumătate din necesar va trebui obținut din rezervele de prognoză, a căror promovare în categorii superioare implică eforturi considerabile pe plan științific, tehnic și economic.

Justa evaluare a resurselor planetei noastre și, implicit, orientarea cît mai judicioasă a lucrărilor de explorare, depind, în mod esențial, de gradul de cunoaștere a evoluției și structurii Terrei. În acest sens, teoria tectonicii globale, a cărei apariție a fost considerată ca o revoluție științifică majoră a timpurilor noastre, oferă posibilitatea unei reinterpretări unitare a evoluției întregului glob terestru, precum și a condițiilor de formare și de acumulare a bogățiilor sale.

În ultimii ani, au apărut pe plan mondial unele tentative remarcabile de folosire a acestui nou concept geodinamic în explicarea ocurenței petrolului și orientarea, în consecință, a cercetărilor pentru hidrocarburi.

Lucrarea de față, prima încercare în acest sens, caută să stabilească unele conexiuni între ocurența petrolului pe teritoriul României și marginile de plăci, microplăci sau fragmente de plăci deduse pe considerente geologice și geofizice. Concluziile confirmă, după părerea autorilor, ipoteza asocierii prezenței hidrocarburilor la paleomargini și preconizează utilizarea acesteia ca element de orientare regională a lucrărilor de explorare. Se avansează, de asemenea, ipoteza că, în interiorul continentelor actuale, aliniamentele preferențiale ale ocurenței petrolului pot indica, la rîndul lor, vechi linii de sutură ale scoarței.

II. Ocurența petrolului și tectonica globală

Preocuparea geologilor petroliști de a asocia geneza, migrația și acumularea hidrocarburilor de evoluția marginilor de plăci este de dată relativ recentă [21; 27; 3; 37; 13; 14; 18; 33; 34; 23].

Cunoștințele privind domeniul marin și oceanic (71% din suprafața globului terestru) prezintă încă multe lacune, dar au progresat uimitor în ultima decadă, prin obținerea unui volum uriaș de date geofizice și de foraj. Astfel, numai pînă în aprilie 1977 s-au forat în oceanul planetar 412 sonde, din care 81 pe marginile continentale, 236 în regiunea centrală oceanică și 95 în „mici bazine oceanice" [23].

Analiza repartiției marilor bazine petrolifere gazifere de pe pozițiile tectonicii globale conduce la concluzia că acestea sînt asociate tuturor tipurilor de margini de plăci: de convergență, de divergență, de transformare sau complexe, atît actuale, cît și fosile. Această asociere se explică prin faptul că, mai mult decît în oricare alt domeniu al globului, marginile plăcilor litosferei s-au caracterizat, de-a lungul epocilor geologice, printr-o mare mobilitate, cu predominarea scufundărilor, condiție primordială pentru o sedimentare de material organic și mineral, pentru îngroparea lui și pentru oleogeneză. Pentru a nu aminti decît cîteva exemple mai reprezentative, bazinele Golfului Mexic, din estul Braziliei, ca și ale Golfului Guineei, sînt amplasate pe margini de divergență. Bazinele Los Angeles, Ventura, Santa Maria și San Joaquin din California sînt legate genetic de sistemul de falii de transformare San Andreas [34]. Cîmpurile petrolifere ale Indoneziei, Golfului Alaska, Perului, sînt asociate marginilor de covergență, în timp ce bazinele Golfului Persic par să reprezinte niște martori ai unei evoluții favorabile a coliziunii, în timpul căreia zăcămintele au reușit să se salveze de la distrugere [37].

Dacă bazinele petrolifere-gazifere marine și de coastă actuale pot fi legate genetic de actuala configurație a globului rezultată în urma ultimelor mișcări ale plăcilor, bazinele din interiorul continentelor aparțin la diviziuni mai vechi, respectiv la paleomargini, astăzi sudate și cicatrizate. Luînd în considerare numai cîteva paleomargini fosilizate în paleozoic, cum ar fi cele appalașiană, antitlasică și uraliană, ar apare o imagine a plăcilor net diferită de cea cunoscută în prezent. În legătură cu acestea se poate însă explica formarea marilor bazine petrolifere Appalașian, Michigan și Illinois din S.U.A., triastic și Polignac din Algeria, Nord-Caspic, Volga-Ural și Peciora din U.R.S.S., ca și a bogatelor bazine legate de centura paleozoică Wichita-Ouachita sau de catenele similare din Siberia. În același mod se pot imagina schimbările intervenite în faza kimmerică și apoi cele produse în fazele alpine, a căror imagine finală ni se înfățișează astăzi.

Cîte din actualele cicatrici profunde ale scoarței au separat, la vremea lor, margini de convergență sau de divergență cu toate variantele sau combinațiile lor, este mai greu de precizat cu mijloacele tehnice și respectiv cu datele actuale, însă o analiză amănunțită a geologiei lor poate oferi, uneori, unele elemente edificatoare.

Literatura de specialitate menționează, de asemenea, ca interesante, pentru geneza și acumularea petrolului, rifturile incipiente și fosile, exemplul cel mai ilustrativ în acest sens fiind oferit de cîmpul petrolifer El Morgan din Golful Suez, format pe un rift fosil cu paleotemperaturi ridicate [37].

Tentativele de explicare a formării bazinelor petrolifere-gazifere, în legătură cu configurațiile și dinamica plăcilor litosferei, întîmpină mari dificultăți din cauza naturii variate a proceselor care condiționează, pe de o parte evoluția plăcilor, iar pe de altă parte constituirea bazinelor petrolifere, cu întreaga suită de fenomene însoțitoare. Sinteza datelor referitoare la această problemă conduce însă nu numai la constatarea că evoluția marginilor de plăci a condiționat formarea zăcămintelor petrolifere, ci, după părerea noastră, la premiza că prin studiul bazinelor petrolifere și, în special, al aliniamentelor preferențiale a ocurențelor petrolului se pot identifica diferite paleoconfigurații ale marginilor și eventual se pot întrevedea aspecte inedite ale dinamicii paleoplăcilor sau a fragmentelor acestora.

Desigur că rezultatele obținute pe plan mondial privind apartenența bazinelor petrolifere la diferite margini de plăci au o mare valoare științifică. Aplicabilitatea teoriei în practică reprezintă însă mult mai mult și anume posibilitatea perfecționării metodelor de cercetare actuale, în vederea stabilirii unor noi direcții în explorarea pentru hidrocarburi. Pe baza cunoștințelor acumulate în această privință, specialiștii au încercat deja să indice unele aliniamente care ar putea adăposti areale de perspectivă, dezvoltate pe același tip de margine de placă cu bazinele cunoscute. Se consideră astfel că marginile Africii și Braziliei pot conține multe zăcăminte similare celor de pe șelful gabonez sau din bazinul Recôncavo. Ideea rifturilor incipiente sau fosile are un larg cîmp de aplicabilitate în Africa, unde s-au identificat nu mai puțin de 56 stadii incipiente de ridicări, rifturi și fenomene vulcanice însoțitoare [8]. Marginea sudică a Californiei prezintă perspective legate de sistemul de falii de transformare San Andreas [37], iar zonele de interes legate de margini convergente includ marginile sudice ale Indoneziei, insulelor Solomon, precum și marginile vestice ale Americii de Sud și Centrale etc.

Teoretizarea problemei asocierii genezi petrolului cu margini de placă aparţine, în principal, lui Hedberg (1970) şi Thompson (1976). Studiul marginilor stabile, de tip atlantic, a evidenţiat sedimente depuse în condiţii de apă puţin adîncă, ce favorizează formarea rocilor-sursă, rezervor şi protectoare. Sedimentele sînt comparativ mai vechi decît cele de pe marginile active, în subducţie. În consecinţă, timpul fiind mai lung, generarea petrolului şi a gazelor din materia organică încorporată nu necesită adîncimi mari de îngropare. Gradienţii geotermici sînt normali (2,5°—3°C/100 m), startul oleogenezei situîndu-se, în general, la adîncimi în jur de 2 000 m sau ceva mai mari în bazinele cu depozite cenozoice groase.

Mecanismul formării petrolului în condiţiile oferite de marginile convergente, prezentate pentru prima oară de Hedberg în 1970, este însă diferit de cel asociat marginilor divergente, deoarece în acest caz rata sedimentării este mai mare, îngroparea sedimentelor mai adîncă, substanţa organică se maturizează mai repede, iar oleogeneza este mai intensă. Sugimura şi Uyeda (1973) constată că în fosele (trenchurile) oceanice convergenţa plăcilor modifică distribuţia căldurii interne. Izogeotermele scad brusc în fose, dar au valori ridicate pe direcţia arcurilor insulare şi a bazinelor retro-arc. Fosele sînt deci domenii relativ reci, în care geneza petrolului nu poate avea loc decît la adîncimi mai mari de îngropare, de ordinul a 5—6 000m. În ipoteza emisă de Thompson pentru explicarea genezei şi expulzării hidrocarburilor din fose, se acordă o importanţă deosebită mecanismelor de şariaj, care implică îngroparea rapidă şi ridicarea subsecventă a sedimentelor. Îngroparea materiei organice la adîncimi de circa 5 000 m favorizează formarea hidrocarburilor în condiţiile unor temperaturi adecvate, precum şi acumularea lor primară. Expulzarea din fosă a coloanelor sedimentare, consolidate în adîncime, se realizează în mai multe etape, sub formă de pînze succesive, care avansează către exterior şi pot transporta cu ele acumulările de petrol şi gaze la adîncimi mai mici.

În ceea ce priveşte bazinele retro-arc, problemele se pun oarecum asemănător bazinelor de rift, în legătură în primul rînd cu fluxul termic ridicat, precum şi cu aportul mare de material mineral furnizat de cadrul elevat al bazinului, ca şi cu condiţiile deosebit de favorabile pentru dezvoltarea organismelor-sursă de hidrocarburi.

III. Integrarea bazinelor petrolifere-gazifere de pe teritoriul României în conceptul tectonicii plăcilor

Structura geologică a teritoriului României a fost studiată de pe poziţiile teoriei tectonii globale de un număr relativ mare de cercetători [9; 31; 6; 24; 10; 32; 11 ş.a.], care au adus contribuţii preţioase la aplicarea ideilor moderne în geologia ţării noastre.

Modelul geodinamic elaborat de D. Rădulescu şi M. Săndulescu în 1973 sugerează că depozitele bazinelor carpatice au fost deslipite de pe substratul lor iniţial, acest proces producîndu-se în două etape principale: cretacică medie-superioară şi miocenă. Deformarea zonelor externe a avut loc în timpul miocenului, cînd depozitele flişului au fost decuplate de pe scoarţa continentală pe care zăceau şi supraîncălecate către est şi nord. Concomitent (Bleahu, 1973, 1976) iau naştere arcul vulcanic neogen şi bazinul retro-arc.

L. Constantinescu ş. a. consideră că marginile de plăci ce pot fi separate pe teritoriul României aparţin plăcii est-europene, subplăcii moesice şi subplăcii intraalpine, ultima fiind constituită, la rîndul său, din două sectoare: transilvan şi panonian.

Segmentele de plăci litosferice reflectate de anomalia gravimetrică regională (St. Airinei, 1977), în număr de patru şi notate de autor cu *A*, *B*, *C*, *D*, corespund respectiv părţii de SV a plăcii est-europene, segmentului estic al microplăcii interalpine, părţii nordice a microplăcii moesice şi extremităţii vestice a microplăcii Mării Negre.

După poziţia faţă de lanţul Carpaţilor Orientali şi Meridionali, zăcămintele de petrol şi gaze din România se pot încadra în două mari categorii de bazine sedimentare:

- bazine interne, (intracarpatice), la care se repartizează Bazinul Panonic şi Bazinul Transilvaniei
- bazine externe (extracarpatice), cu două subcategorii — bazine carpatice şi bazine platformice (fig. 1, 2).

Bazine carpatice sînt considerate cele care conţin formaţiuni de tip carpatic, inclusiv Avanfosa internă, iar bazinele platformice includ bazinele cu formaţiuni necutate, inclusiv Avanfosa externă. Domeniul bazinelor carpatice încalecă marginile scufundate înspre Carpaţi ale domeniului bazinelor platformice. Sariajul are loc pe distanţe mari, ce pot depăşi 20 km, însă informaţiile privind amploarea acestui proces sînt deocamdată incomplete.

În ceea ce priveşte vîrsta acestor bazine, ţinînd seama de ultimele deformări ce au afectat subasmentul lor, se consideră că bazinele interne sînt postaustrice, iar cele platformice — postcaledoniene timpurii. Cu totul izolat, în domeniul platformic există sectoare cu bazine posthercinice sau postchimerice. Pentru bazinele carpatice problema se pune în mod diferit, deoarece formarea lor are un caracter complex. După poziţia, configuraţia şi constituţia lor actuală, li se poate însă atribui, în ansamblu, o vîrstă postatică.

Distribuţia zăcămintelor de petrol şi gaze în cele patru subcategorii de bazine prezintă unele

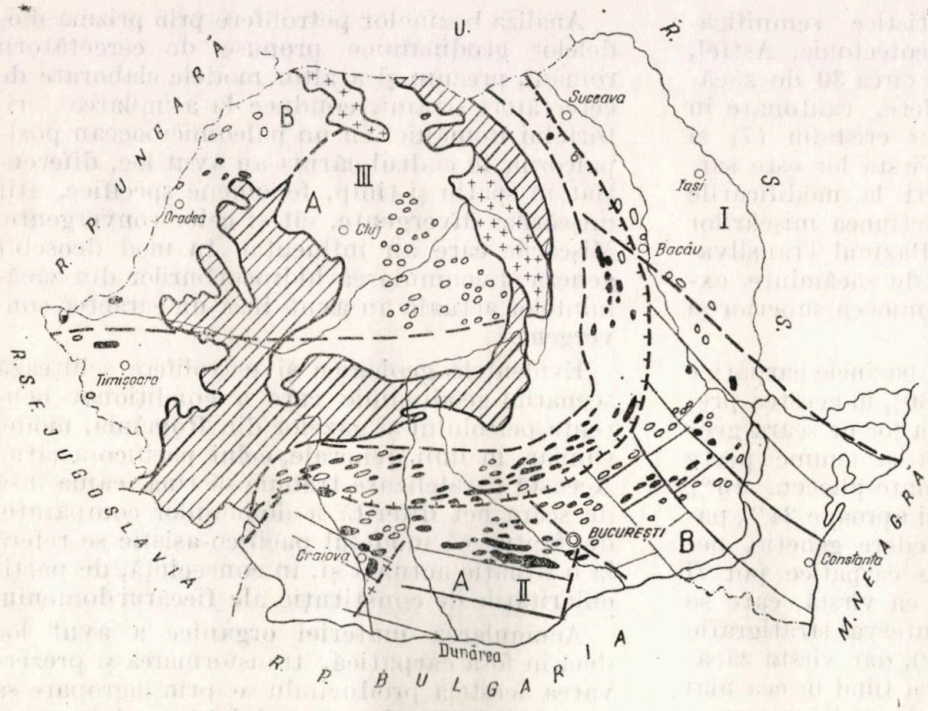


Fig. 1. Tentativă de corelare a aliniamentelor petrolifere-gazifere cu marginile fragmentelor de plăci de pe teritoriul României.

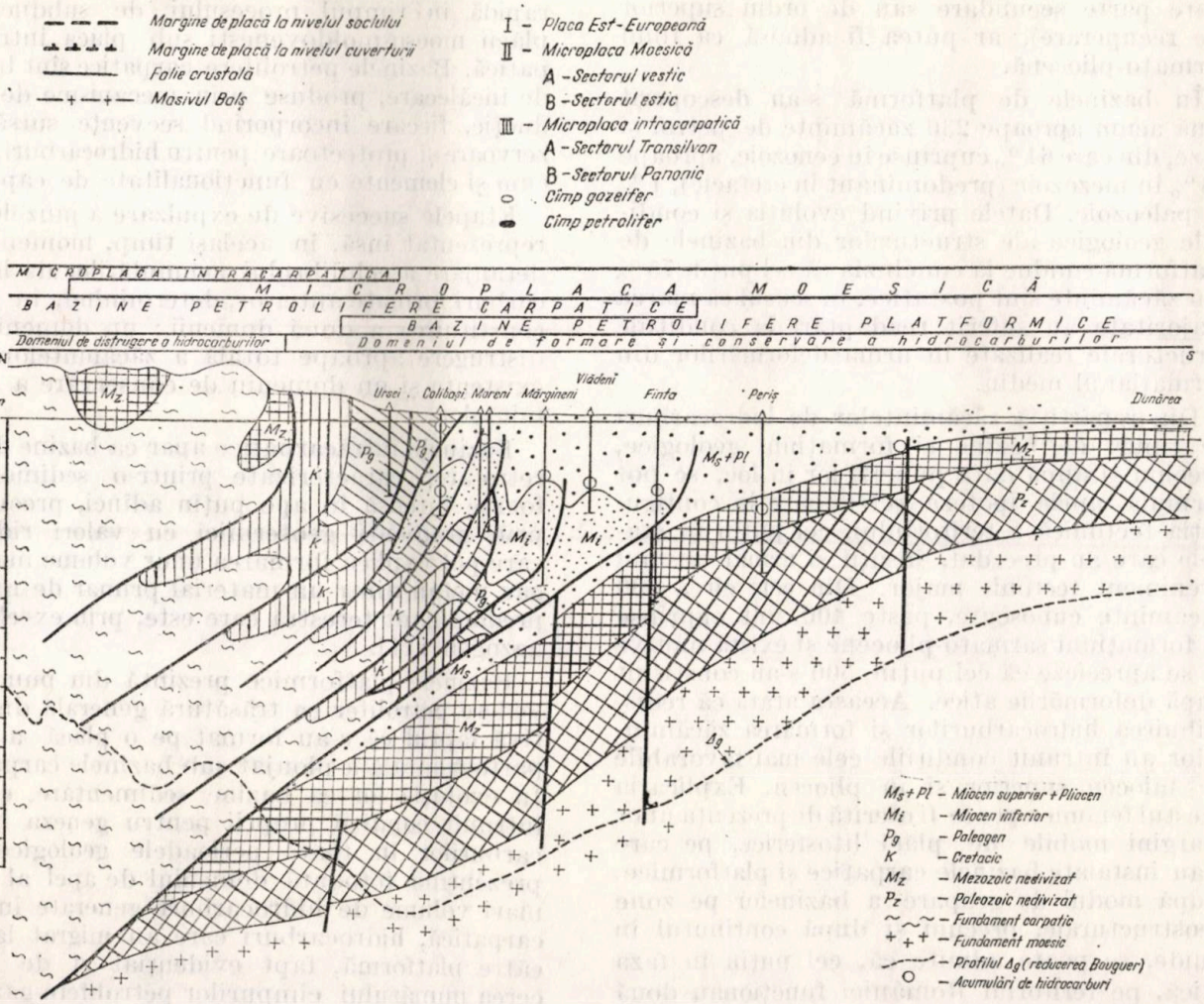


Fig. 2. Profil schematic ilustrînd raporturile dintre bazinele petrolifere carpatice și platformice pe marginile microplăcilor intracarpatică și moesică.

particularităţi geologice-statistice semnificative din punct de vedere geotectonic. Astfel, în Bazinul panonic se cunosc circa 30 de zăcăminte, predominant petrolifere, cantonate în proeminenţele fundamentului cristalin (7) şi în cuvertura neogenă (23). Vîrsta lor este sarmato-pliocenă, cu readaptări la modificările produse în cuaternar, sub acţiunea mişcărilor de oscilaţie pe verticală. În Bazinul Transilvaniei s-au identificat circa 70 de zăcăminte, exclusiv gazifere, constituie în miocen superior şi în pliocen.

Numărul zăcămintelor din bazinele carpatice este mult mai mare (peste 260), în acestea predominînd petrolul. Repartiţia lor pe scara geocronologică este neuniformă şi anume peste 60 % sînt cuprinse în sarmato-pliocen, 16 % aparţin miocenului inferior şi aproape 24 % paleogenului. Din punct de vedere genetic, petrolul şi gazele din bazinele carpatice pot fi legate de roci-sursă diferite ca vîrstă, care se succed într-un foarte mare interval stratigrafic (din paleozoic pînă în terţiar), dar vîrsta zăcămintelor, care se consideră ca fiind în cea mai mare parte secundare sau de ordin superior (de recuperare), ar putea fi admisă ca fiind sarmato-pliocenă.

În bazinele de platformă s-au descoperit pînă acum aproape 230 zăcăminte de petrol şi gaze, din care 61 % cuprinse în cenozoic, aproape 38 % în mezozoic (predominant în cretacic), 1 % în paleozoic. Datele privind evoluţia şi condiţiile geologice ale structurilor din bazinele de platformă conduc la concluzia că cel puţin 75 % din zăcăminte sînt postatice, în sensul că marea majoritate au suferit readaptări la condiţiile structurale realizate în urma deformărilor din sarmaţianul mediu.

Din repartiţia zăcămintelor de hidrocarburi pe tipuri de bazine şi formaţiuni geologice, precum şi după data punerii lor în loc, se pot formula unele ipoteze referitoare la configuraţia tectonică a teritoriului, cel puţin în etapele care au precedat, însoţit şi urmat ultimul eveniment tectonic major. Din cele circa 600 zăcăminte cunoscute, peste 400 sînt cuprinse în formaţiuni sarmato-pliocene şi există motive să se aprecieze că cel puţin 500 s-au constituit după deformările atice. Aceasta arată că redistribuirea hidrocarburilor şi formarea zăcămintelor au întrunit condiţiile cele mai favorabile în miocen superior şi în pliocen. Explicaţia acestui fenomen poate fi oferită de prezenţa unor margini mobile de plăci litosferice, pe care erau instalate bazinele carpatice şi platformice. După modul de grupare a bazinelor pe zone geostructurale, precum şi după conţinutul în fluide, se poate admite că, cel puţin în faza atică, pe teritoriul României funcţionau două plăci : una intracarpatică şi alta moeso-moldovenească.

Analiza bazinelor petrolifere prin prizma modelelor geodinamice propuse de cercetătorii români, precum şi a altor modele elaborate de cercetători străini, conduce la asimilarea teritoriului României cu un paleomicroocean postpaleozoic în cadrul căruia au avut loc, diferenţiat în spaţiu şi timp, fenomene specifice, atît mişcărilor divergente, cît şi celor convergente. Mişcările care au influenţat în mod deosebit geneza şi acumularea hidrocarburilor din zăcămintelor actuale au avut însă un caracter convergent.

Evidenţele geologice şi petrolifere schiţează scenariul geodinamic care a condiţionat ocurenţa petrolului şi gazelor din România, model similar, în linii generale, celui pacifico-asiatic. Această paralelizare trebuie să ţină seama însă de scara net diferită a domeniilor comparate, de faptul că modelul pacifico-asiatic se referă la o situaţie actuală şi, în consecinţă, de particularităţile de constituţie ale fiecărui domeniu.

Acumularea materiei organice a avut loc deci în fosa carpatică, transformarea şi prezervarea acesteia producîndu-se prin îngropare sa rapidă în timpul procesului de subducţie a plăcii moeso-moldoveneşti sub placa intracarpatică. Bazinele petrolifere carpatice sînt bazine de încălecare, produse prin mecanisme de subducţie, fiecare încorporînd secvenţe sursă, rezervoare şi protectoare pentru hidrocarburi, precum şi elemente cu funcţionalitate de capcană.

Etapele succesive de expulzare a pînzelor au reprezentat însă, în acelaşi timp, momente de deranjare a echilibrului acumulărilor de hidrocarburi formate anterior, determinînd, în final, constituirea a două domenii : un domeniu de distrugere aproape totală a zăcămntelor preexistente şi un domeniu de conservare a zăcămintelor.

Bazinele intracarpatice apar ca bazine de tip retro-arc, caracterizate printr-o sedimentare foarte intensă în ape puţin adînci, precum şi prin gradienţi geotermici cu valori ridicate care pot explica formarea unor volume mari de gaz metan dintr-un material primar de natură predominant terestră care este, prin excelenţă, gazogen [14].

Bazinele platformice prezintă din punct de vedere petrolifer ca trăsătură generală distinctivă faptul că s-au format pe o placă a cărei parte frontală a plonjat sub bazinele carpatice. În evoluţia lor ca bazine sedimentare, ele au întrunit condiţii proprii pentru geneza hidrocarburilor în toate perioadele geologice, reprezentînd totodată domeniul de apel al unor mari volume de hidrocarburi generate în fosa carpatică, hidrocarburi care au migrat lateral către platformă, fapt evidenţiat şi de reducerea numărului cîmpurilor petrolifere-gazifere pe aliniamente tot mai îndepărtate faţă de fosa carpatică.

IV. Aliniamente posibil petrolifere-gazifere sugerate de dinamica litosferei pe teritoriul României

Zonarea dedusă din repartiția arealelor petrolifere-gazifere cunoscute permite evidențierea unor elemente regionale de corelare, care dau posibilitatea schițării unor direcții în explorare, direcții legate de marginile de plăci (micro-plăci) postpaleozoice sau mai vechi de pe teritoriul țării noastre.

Statistica mondială și națională a zăcămintelor de hidrocarburi arată că majoritatea acestora sînt cantonate în formațiuni terțiare. În România, cele mai multe dintre zăcăminte au fost puse în loc în perioada postatică, fapt care relevă importanța etapelor care au premers, au însoțit și au urmat tectogenezei atice. Consecința practică a acestui eveniment a fost distrugerea echilibrului unor sisteme petrolifere-gazifere preexistente, care au fost silite să se readapteze noilor condiții sau să piară.

Modul de orientare al actualelor zone majore de acumulare, precum și tipul capcanelor, confirmă faptul că intensitatea maximă a deformărilor era dirijată în lungul marginii externe a fosei carpatice, cele mai puternice efecte resimțindu-se în zonele adiacente. Desigur că intensitatea deformărilor nu a fost maximă în tot lungul fosei, căci aceasta ar fi însemnat completa distrgere a hidrocarburilor din acumulările preatice. O estimare a intensității deformărilor în funcție de măsura prezervării acestor hidrocarburi ar fi foarte interesantă, dar necesită o analiză amănunțită, care depășește cadrul prezentei lucrări.

Zonele de acumulare din bazinele carpatice sînt orientate aproximativ paralel cu arcul carpatic, tipul capcanelor fiind predominant structural, exprimat prin anticlinale cu diferite grade de complicații. În bazinele de platformă, orientarea aliniamentelor productive majore este, în general, tot de tip carpatic, dar aici se fac simțite și alte orientări aparținînd unor direcții structurale mai vechi. Capcanele sînt reprezentate predominant prin blocuri tectonice ridicate sau monoclinale ondulate hemianticlinal, închise pe plane de faliere majore.

Zona de maximă intensitate a ultimelor fenomene geodinamice a coincis, în lungul fosei carpatice, cu zona de flux geotermic minim; în zonele adiacente însă, fluxul termic a avut valori ridicate, care se presupune că au contribuit și la depunerea sării în bazinele respective, într-o fază premergătoare erupțiilor vulcanice. Nu este exclus ca în subasmentul actual al bazinelor carpatice să existe mase importante de sare neogenă, care să fie prezervat potențialul petrolifer al platformei din zonele adînci, încălecate. Aceasta ar fi direcția majoră a explorării, care s-ar putea sugera pentru zonele aferente arcului carpatic. Cercetări mai amănunțite vor aduce desigur noi precizări în privința ocurențelor posibile legate de subducța carpatică.

În bazinele intracarpatice nu se constată o liniaritate a structurilor, tipul de capcane fiind, în principal, stratigrafic, de mulare a sării în Bazinul Transilvaniei și a reliefului preneogen în Bazinul panonic. Arcul vulcanic neogen al Carpaților Orientali s-ar putea prelungi ipotetic, sub forma unei fracturi crustale, prin spatele Carpaților Meridionali. Rolul jucat în transformarea materiei organice de această fractură injectată cu material magmatic a putut fi deosebit de important, mai important chiar decît cel al arcului vulcanic care a reușit să se manifeste la suprafață.

În ceea ce privește vorlandul, respectiv placa moeso-moldovenească, este cunoscut faptul că aceasta nu a funcționat în mod uniform pe întreg cuprinsul său. Fracturi crustale de mare amploare au determinat segmentarea ei în cel puțin trei sectoare principale (Platforma moesică de vest, Platforma moesică de est și Platforma moldovenească), reflectate și în ocurența petrolului în cadrul acestora. În acest sens, se precizează că aliniamentele petrolifere majore din Platforma moesică de vest sînt orientate pe direcția VNV-ESE, cele din Platforma moesică de est pe direcția VSV—ENE, iar cele din Platforma moldovenească pe direcția NNV—SSE. În cuprinsul fiecărui sector, unele elemente, deocamdată disparate, sugerează . existența unor aliniamente de perspectivă paralele cu cele productive, aceasta constituind un alt criteriu de orientare al explorării.

Cea mai marcantă configurație a sectorului de vest al Platformei moesice, care ar putea explica dealtfel și orientarea anomală a aliniamentelor petro-gazifere față de arcul carpatic, este desigur Masivul Balș. Controlat geofizic (S. Stoenescu, 1942; M. Socolescu, 1943) ca și prin foraje între Dioști și Mogoșești, pe o distanță de circa 75 km, acest masiv are o direcție generală NNE—SSV, deci aproximativ perpendiculară pe direcțiile principalelor aliniamente productive. Constituit în zona Dioști-Balș din roci preponderent bazice, de tipul gabbrourilor și al melanodioritelor, acest masiv a fost pus în loc în paleozoic inferior [4], suferind ulterior unele subsidențe relativ mai accentuate în triasic superior și dogger.

După poziția, constituția și evoluția sa postumă, Masivul Balș poate fi asimilat cu un microrift incipient fosil. Fracturile laterale care îl delimitează au fost reactivate în permo-trias și carnian-norian. Avînd o cuvertură sedimentară relativ subțire, zona centrală a masivului nu a întrunit condiții de geneză și prezervare a hidrocarburilor. Flancurile și periclinele sale reprezintă însă, din punct de vedere teoretic, zone favorabile genezei și acumulării acestora, lucru demonstrat dealtfel pe flancul vestic,

jalonat de zăcămintele de la Craiova, Iancu Jianu, Mitrofani și Oporelu. În această ipoteză, devine interesantă explorarea periclinului sudic, precum și a flancului său estic, dinspre Depresiunea Alexandria.

Se remarcă faptul că paleomicroriftul Balș a fost activ în perioada în care plăcile moesică și moldovenească se deplasau una către alta, strivind între ele zona orogenului dobrogean. În această idee, Masivul Balș nu ar fi altceva decît un vestigiu al unui rift cu dezvoltare mult mai mare care, printr-un sistem de falii de transformare, s-ar fi putut prelungi spre nord, prin vestul Bazinului Transilvaniei, iar spre sud probabil pe linia Svistov.

Platforma moesică de est, privită în lumina tectonicii globale, reprezintă cea mai ilustrativă zonă de pe teritoriul țării noastre. Acest „panou" al vorlandului, delimitat spre NV de un plan Benioff activ (sau reactivat?) avansează către Carpați, antrenat într-un proces de subîmpingere, care pune, de asemenea, problema existenței unui rift al Mării Negre, precum și a vîrstei acestuia [32; 36]. Harta seismotectonică a României [10] desemnează regiunea Vrancea ca cea mai importantă arie epicentrală din România, al cărei regim seismic este determinant pentru seismicitatea întregului teritoriu al țării. Harta mișcărilor crustale verticale recente de pe teritoriul României [12] indică în această zonă o afundare de 0,5 mm/an, în timp ce zona de curbură a Carpaților prezintă tendințe de ridicare.

Pe lîngă o orientare structurală diferită față de cea a sectorului vestic, sectorul de est al Platformei moesice, afectat de importante fracturi cu orientare generală NV—SE, se caracterizează și printr-o repartiție diferită a hidrocarburilor, zăcămintele de gaze avînd aici o frecvență mai mare, iar scara geocronologică pe care se eșalonează acumulările fiind mai restrînsă. Perspectivele imediate ale acestui sector pot fi legate de prelungirile liniilor majore de fractură de tipul celor de la Topraisar, Capidava, Peceneaga, Sf. Gheorghe, atît spre NV, în Depresiunea Focșani, cît și spre SE, în platforma continentală a Mării Negre. Obiectivele se pot eșalona, diferențiat pe zone, din paleozoic pînă în neogen.

Respectînd legile subducției, gradienții geotermici actuali (V. Negoiță, 1970; A. Neguț, 1978; C. Barbu, 1980) conturează aici cea mai „rece" zonă a teritoriului, prezentînd valori de 1,18° — 2,00°C/100 m. Depresiunea Focșani, care a acumulat depozite sedimentare în grosimi de ordinul a 20 km, privită prin prisma tectonicii plăcilor, pare să constituie un exemplu de întrunire a condițiilor favorabile pentru formarea actuală a hidrocarburilor în secvențele situate la adîncimi de peste 5 000 m, hidrocarburi care s-ar putea acumula, în absența deformărilor plicative, în capcanele litostratigrafice din interiorul și din vecinătatea acestei depresiuni majore.

Concluzii

Studiul ocurenței petrolului pe teritoriul României sugerează apartenența acestuia la margini de plăci, microplăci sau a unor fragmente ale acestora. Însușirea teoriei tectonicii globale de către geologii petroliști devine, în consecință, necesară, întrucît studiul condițiilor actuale de repartiție a zăcămintelor, în lumina acestei teorii, poate deschide noi căi în explorare. Examinarea detaliată a principalelor aliniamente productive, cu referire specială la analiza rocilor magmatice întîlnite în sonde, cărora pînă în prezent nu li s-a acordat o atenție deosebită, poate aduce contribuții serioase la fundamentarea teoriei tectonicii plăcilor căci, dacă marginile de plăci presupun prezența în lungul lor a unor aliniamente structurale potențial petrolifere, atunci și reciproca este valabilă: aliniamentele petrolifere pot indica, la rîndul lor, vechi margini de plăci, astăzi sudate și cicatrizate.

Bibliografie

[1] Airinei, Șt. *Idei privind integrarea teritoriului României în conceptul tectonicii plăcilor.* St. Cerc. Geol. Geof. Geogr, Ser. Geof, Tom 14, nr. 1, 1976.

[2] Airinei, Șt. *Teritoriul României și tectonica plăcilor.* Ed. șt. și enciclp., București, 1979.

[3] Bally, A. W. *A geodynamic scenario for hydrocarbon occurence.* 9th World Petroleum Congress, Tokyo, 1975.

[4] Barbu, C., Dăneț, T. *Asupra fundamentuui Platformei Moesice în zona Balș-Optași.* Petrol și Gaze, nr. 7, 1970.

[5] Barbu, C. *Tectonica fundamentului cristalin, bază de orientare a cercetării geologice pentru hidrocarburi la foarte mare adîncime.* Minc. Petrol și Gaze, nr. 10, 1980.

[6] Bleahu, M., Bocaletti, M., Manetti, M., Peltz, S. *Neogene Carpathians Arc: A continental arc displaying the features of an island arc.* Jour. Geophys. Res, 78, 23, Richmond (U.S.A.), 1973.

[7] Burk, C. A. *Global tectonics and world resurces.* AAPG Bull, vol. 56, no. 2, 1972.

[8] Burke, K., Whiteman, A. J. *Uplift, rifting and break-up of Africa.* London Acad. Press, vol. 2, 1973.

[9] Ciocîrdel, R., Socolescu, M. *Aspects of the Carpathian-Balkanic-Dinaric and Central Mediterranean areas geodynamics.* Rev. Roum. Géol., Géophys, Géogr, Sér. Géophys., Tome 16, no. 2, 1972.

[10] Constantinescu, L., Cornea, I., Lăzărescu, V. *Seismotectonicmap of the Romanian territory.* Inst. Geol. Geof., St. Tehn. Econ, Seria D, Prosp. Geof, no. 10, 1975.

[11] Constantinescu, L., Constantinescu, P., Cornea, I., Lăzărescu, V. *Recent seismic information on the litosphere in Romania.* Rev. Roum. Géol. Géoph, Sér. Géoph, no. 20, 1976.

[12] Cornea, I., Drăgoescu, I., Popescu, M., Visarion M., *Harta mișcăr.lor crustale [verticale recente de pe teritoriul României.* St. Cerc. Geol, Geof, Geogr, Ser. Geof, no. 1, 1979.

[13] Dickinson, W. R. et al. *Application of plate tectonics to petroleum geology along Pacific margin of North America.* AAPG Bull, vol. 60, 1976.

[14] Dow, H. G. *Petroleum source beds on continental slopes and rises.* AAPG Bull, vol. 62, no. 9, 1978.

[15] Dumitrescu, I., Săndulescu. M., *Problèmes structuraux des Carpates Roumaines et leur Avant-payss* An. Com. Géol, XXXVI, 1968.
[16] Elliott, J. L. *Continental drift and basin development in SE Australia. Austr. Petr.* Explor. Assoc. Jour, vol. 12, 1972.
[17] Engelhard, P. *Optimal use of the bottom of the barell.* loth World Petroleum Congress, Bucharest, 1979.
[18] Evans, R. *Origin and significance of evaporites in basins around Atlantic margin.* AAPG Bull, v. 62, no. 2, 1978.
[19] Gavăt, I., Airinei, St., Botezatu, R., M., Stoenescu, S., Vencov, I. *Structura geologică profundă a teritoriului României.* St. Cerc. Geof, no. 1, 1963.
[20] Halbouty, M. T. *Acceleration in global exploration-requirement for survival.* AAPG Bul, v. 62, no. 5, 1978.
[21] Hedberg, H. D. *Continental margins from view point of the petroleum geologist.* AAPG Bull, v. 54, no. 1-1970.
[22] Hedberg, H. D. *Methane generation and petroleum migration.* AAPG Bull, v. 62, no. 3, 1978.
[23] Hedberg, H. D., Moody, J. D., Hedberg, R. M. *Petroleum prospects of deep offshore.* AAPG Bull, v. 63, no. 3, 1979.
[24] Hertz, N., Savu, H. *Plate tectonics history of Romania.* Geol. Soc. of Amer. Bull, vol. 85, 1974.
[25] Kinney, G. T. *Energy crisis heads WPC agenda.* Oil and Gas Jour., August, 1979.
[26] Kunin, N. I. *Ucenie o nefti i novaia globalnaia tektonika.* Gheol. Nefi i Gaza, no. 1, 1979.
[27] McDowell, A. N. *Practical application of continental drift concept may find giant fields.* Oil and Gas Jour., vol. 69, no. 26, 1971.
[28] Mocuța, St. *Harta cu principalele zone petrolifere și gazeifere din R.S.R.* I.C.P.P.G., Cîmpina, 1975.
[29] Moody, J. D. *Energy crisis-energy solution: two case histories.* AAPG Bull, v. 62, no. 2, 1978.
[30] Moody, J. D., Halbouty, M. T. *World ultimate reserves of crude oil.* loth World Petroleum Congress, Bucharest, 1979.
[31] Rădulescu, D. P. Săndulescu, M. *The plate tectonics concept and the geological structure of the Carpathians.* Tectonophysics, no. 16, Amsterdam, 1973.
[32] Rădulescu, D. P., Cornea, I., Săndulescu, M., Constantinescu P., Rădulescu, F., Pompilian, Al. *Structure de la croûte terrestre en Roumanie.* Essai d'interpretation des études sismiques profondes. An. Inst. Geol. Geof, v. I, Sp. Paper, Bucharest, 1976.
[33] Russomano, F. *Potential contribution of an active transform margin to the world's hydrocarbon supply:* The Venezuelan continental shelf. loth World Petroleum Congress, Bucharest, 1979.
[34] Sabins, F. F. *Oil occurrence and plate tectonics as viewed on Landsat images.* loth World Petroleum Congress, Bucharest, 1979.
[35] Săndulescu, M. *Essai de synthèse structurale des Carpates.* BSGF, 7, XVII, 3, 1973.
[36] Săndulescu, M. *Analyse géotectonique des chaînes alpines situées autour de la Mer Noire occidentale.* Ann. de l'Inst. de Géol. et de Géophys., Tome LVI, Bucarest, 1980.
[37] Thompson, T. L. *Plate tectonics in oil and gas exploration of continental margins.* AAPG Bull, vol. 60, no. 9, 1976.
[38] Visarion M., Drăgoescu, I. *Considerations on the Earth's crust recent vertical movements in Romania* Rev. Roum. Géol., Géoph., Géogr., Sér. Géoph., 19,1975

Posibilități de valorificare a substanțelor minerale utile din partea nordică a Munților Persani*)

Ing. geol. **R. Cosma**
Biroul de expertiză și consulting al Universității București

I. Introducere

Sectorul nordic al Munților Perșani se caracterizează printr-o structură geologică complexă și o mare varietate petrografică.

Substanțele minerale utile sînt legate genetic, fie de pînza transilvană de Perșani (calcare, magmatite bazice, jaspuri feruginoase), fie de formațiunile sedimentare ale Depresiunii Transilvaniei (tufuri vulcanice).

În perimetrul Vîrghiș — Racoșul de Sus au fost puse în evidență acumulări de calcare, dolerite, spilite, serpentinite, gabbrouri, jaspuri feruginoase și tufuri vulcanice. Determinarea parametrilor calitativi a permis identificarea unor posibilități de valorificare a substanțelor minerale utile enunțate.

II. Date geologice

La alcătuirea geologică a Munților Perșani de nord iau parte două unități structurale majore ale Carpaților Orientali: zona cristalino-mezozoică, la vest, și zona flișului (pînza de Ceahlău), la est. Linia de șariaj care le separă este cunoscută sub denumirea de „linia centrală" [2] sau „falia Ormeniș-Vîrghiș" [9].

Peste cele două unități structurale principale menționate se dispun, discordant și transgresiv, formațiuni aparținînd:

— sedimentarului Depresiunii Transilvaniei (tufuri vulcanice badeniene);

— zonei vulcanitelor (piroclastite andezitice pannoniene);

— bazinului Baraolt (depozite terigene pliocen superioare și cuaternare).

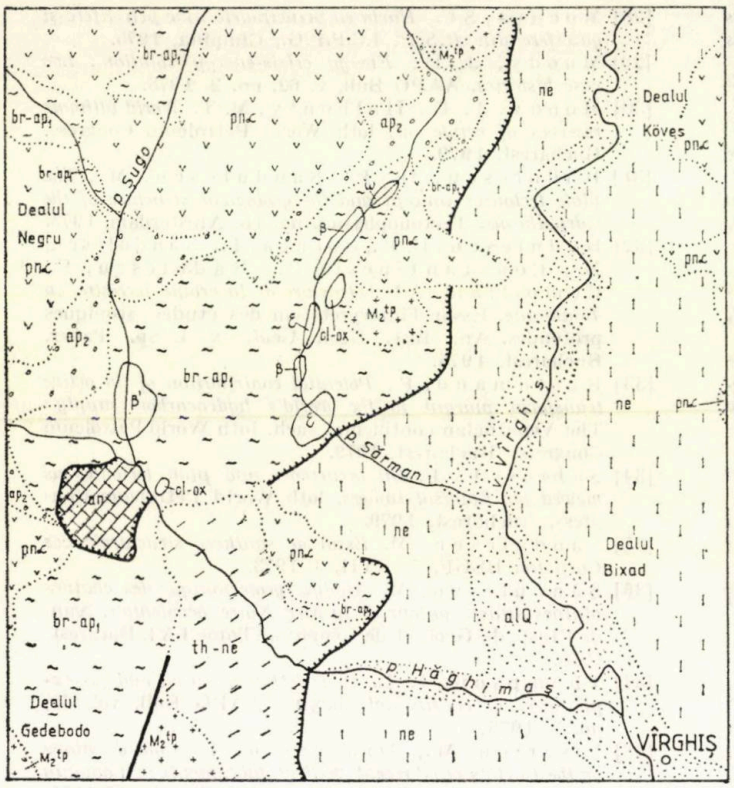
În cadrul zonei cristalino-mezozoice pot fi separate două serii distincte.

Seria bucovinică (Dacidele mediane) cu trei grupe de formațiuni:

a — paleoautohtonul, constituit din fliș grezos-calcarenitic (tithonic-neocomian);

b — paraautohtonul, reprezentat prin formațiunea de Wildflysch (barremian-apțian inferior) cu olistolite. Olistolitele sînt alcătuite din roci magmatice bazice (dolerite, spilite, ser-

* Lucrare prezentată la Sesiunea de comunicări a Universității din București — Facultatea de geologie-geografie din 23—24 aprilie 1981.



I. ZONA FLIȘULUI

PÎNZĂ DE CEAHLĂU ne Strate de Sinaia (neocomian)

II. ZONA CRISTALINO - MEZOZOICĂ

A. Seria bucovinică

Paleoautohton th-ne Fliș calcarenitic (tithonic-neocomian)

Paraautohton br-ap$_1$ Formațiunea de Wildflysch (barremian - apțian inferior) cu olistolite : β-dolerite, β'- spilite, ε- serpentinite, ω- gabbrouri, clox- jaspuri

Neoautohton ap$_2$ Conglomerate (apțian sup.)

B. Seria transilvană

PÎNZĂ DE PERȘANI an Calcare (anisian)

III. SEDIMENTARUL DEPRESIUNII TRANSILVANIEI

Miocen mediu M_2^{tp} Tuf de Perșani (badenian)

IV. ZONA VULCANITELOR

Formațiunea vulcanogen-sedimentară pnc Piroclastite andezitice (pannonian)

V. SEDIMENTARUL BAZINULUI BARAOLT

Cuaternar alQ Depozite aluvionare

Fig. 1. Schița geologică a Munților Perșani de nord, perimetru Vîrghiș.

pentinite și gabbrouri), calcare și jaspuri feruginoase ;

c — neoautohtonul (cuvertura pînzei transilvane și a formațiunii de Wildflysch), alcătuit din conglomerate (apțian superior).

Seria transilvană (dacidele centrale) reprezentată prin klippe de calcare triasice, șariate prin alunecare gravitațională în cursul apțianului (faza de orogeneză austrică veche).

Diferențierea între klippele pînzei transilvane și olistolitele formațiunii de Wildflysch este greu de făcut, datorită faciesurilor identice. De aceea, se consideră olistolite, corpurile înglobate în formațiunea de Wildflysch, cu dimensiuni mai reduse, iar klippe, cele cu dimensiuni mai mari, care stau pe Wildflysch.

Zona flișului, din partea estică a perimetrului, este reprezentată prin pînza de Ceahlău (Dacidele marginale), mai precis subunitatea de Baraolt, dezvoltată în faciesul stratelor de Sinaia Aceste depozite sînt intens tectonizate, ceea ce se reflectă în prezența a numeroase microcute, oglinzi de fricțiune, fisurări și diaclazări.

Tufurile vulcanice badeniene, cu caracter dacitic, sînt cunoscute sub denumirea de „tuf de Perșani" și constituie echivalentul tufului de Dej din Depresiunea Transilvaniei.

Piroclastitele andezitice pannoniene reprezintă produse ale vulcanismului subsecvent tardiv din extremitatea sudică a Munților Harghita. Punerea în loc a vulcanitelor a fost posibilă datorită existenței unui sistem de fracturi profunde în aria de racordare a zonei cristalino-mezozoice cu Depresiunea Transilvaniei.

Structura geologică complexă a Munților Perșani de nord este rezultatul mai multor faze de cutare, urmate de exondări :

— mișcările mezocretacice precoce — intraapțiene (faza de orogeneză austrică veche), cînd a avut loc alunecarea gravitațională a klippelor și olistolitelor pînzei transilvane, concomitent cu sedimentarea formațiunii de Wildflysch ;

— mișcările post-senoniene și ante-miocene (fazele de orogeneză laramică și savică) ;

— mișcările post-badeniene, cu mai multe faze pînă în pleistocen, cînd a avut loc ridicarea în bloc a Munților Perșani.

Evoluția geologică complexă a regiunii se reflectă în varietatea substanțelor minerale utile, insuficient valorificate pînă în prezent.

III. Substanțe minerale utile și posibilități de valorificare

În aria de răspîndire a formațiunii de Wildeflysch sînt prezente klippe și olistolite de calcar-anisiene și carnian-noriene. Dintre acestea, importanță economică prezintă doar două klippe tectonice, localizate astfel :

- dealul Hăghimaș, unde calcarele sînt exploatate într-o carieră aparținînd Fabricii de exploatare industrială a agregatelor minerale pentru construcții din Sf. Gherghe (fig. 2) ;
- dealul Pietros — dealul Somos, corpul de calcare avînd o extindere mult mai mare decît cea cunoscută pînă în prezent, 4 200 m lungime, 70—400 m lățime și 50—150 m grosime.

În cadrul calcarelor anisiene au fost separate trei varietăți petrografice distincte :

— calcare breccioase alb-roșcate ;

— calcare masive alb-gălbui ;

— calcare stratificate cenușii-albicioase.

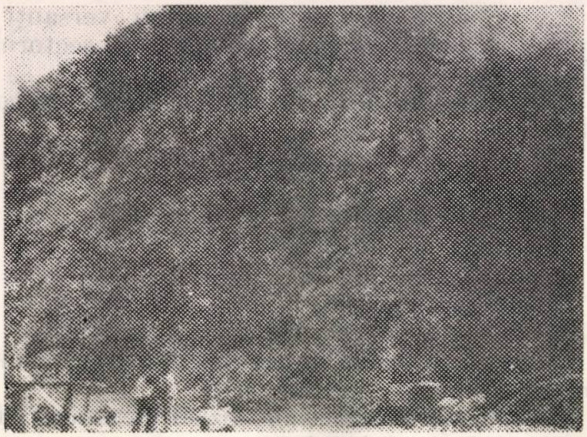


Fig. 2. Carieră de calcare anisiene în dealul Hăghimaş, frontul de NV

În cariera de calcare din versantul drept al pîrîului Nadaş — actualmente abandonată — a fost identificată o mineralizaţie de pirită şi calcopirită, dezvoltată îndeosebi pe fisuri. Analiza chimică informativă, efectuată pe o probă de calcar cu mineralizaţie, arată următoarele conţinuturi: Fe = 2,70 % ; Cu = 0,043 %, S = 2,50 %. Fără a avea o importanţă economică, menţionăm că această mineralizaţie nu a fost semnalată pînă în prezent.

Calcarele, îndeosebi cele breccioase, au un aspect cromatic plăcut, însă gradul lor avansat de fisurare nu permite extragerea unor blocuri şi tăierea de plăci cu dimensiuni mari.

Pentru cunoaşterea posibilităţilor de utilizare a calcarelor s-au efectuat analize petrografice-mineralogice, chimice şi fizico-mecanice.

Tabelul 1

Constituienţi	Domeniul de vaiaţie, %
$CaCO_3$	92,00 — 95,80
CaO	51,54 — 53,67
MgO	0,88 — 1,48
SiO_2	0,77 — 2,29
Fe_2O_3	0,05 — 0,24
Al_2O_3	0,58 — 1,29
S total	urme
P.C.	42,49 — 43,63

Domeniile de variaţie a compoziţiei chimice sînt redate în tabelul 1, iar cele ale parametrilor fizico-mecanici în tabelul 2.

Parametrii calitativi recomandă calcarele analizate pentru o gamă largă de utilizări, după cum urmează.

In industria materialelor de construcţii

● Elemente pentru construcţii :

— piatră cioplită pentru placaje ;

— plăci tăiate şi cioplite (lustruite) pentru placaje ;

— dale pentru pardoseli şi trepte de scări.

Plăcile şi dalele pot fi folosite, atît pentru interioare, cît şi pentru exterioare, deoarece calcarele studiate sînt rezistente la îngheţ-dezgheţ.

● Piatră de mozaic (conform STAS 1134-71), sub formă de granule şi fragmente poliedrice, pentru mozaicuri şi dale mozaicate. Pentru această utilizare sînt indicate calcarele breccioase alb-roşcate, deoarece gradul lor ridicat de fisurare nu permite tăierea în plăci.

● Filer de calcar (conform STAS 593-73), în scopul preparării mixturilor bituminoase pentru îmbrăcăminţi de drumuri, pardoseli, izolaţii, la prepararea masticului bituminos de acoperirea cartoanelor şi pînzelor bitumate, precum şi ca material de presărare pentru cartoane şi pînze bitumate.

● Calcar gras pentru var de construcţii (conform STAS 5938-73) ;

În industria siderurgică şi metalurgică

— Calcar pentru industria siderurgică (conform STAS 5297-63).

— Calcar pentru furnale (STAS 3962—74).

Lucrări de drumuri (conform STAS 667-69).

● Ca piatră brută :

— fundaţii pentru drumuri, blocaje ;

— încadrarea îmbrăcăminţilor, pereuri şi anrocamente.

● Ca piatră spartă :

— încadrarea îmbrăcăminţilor ;

— strat de fundaţie sub îmbrăcăminţile rigide şi bituminoase ;

— strat de rezistenţă pentru îmbrăcăminţile din beton de ciment.

Parametrii fizico-mecanici *Tabelul 2*

Caracteristici fizico-mecanice	Domenii de variaţie			
	calcare	dolerite	serpentinite	tufuri vulcanice
Densitatea aparentă, t/m³	2,729 — 2,747	2,622	2,849	1,890 — 2,178
Absorbţia de apă la presiuni şi temperaturi normale, %	0,09 — 0,18	1,08	0,33	2,93 — 6,49
Porozitatea, %	1,32 — 3,01	2,83	0,94	13,02 — 17,60
Rezistenţa la compresiune în stare uscată, daN/cm²	700 — 1060	690	1130	490 — 1 145
Rezistenţa la şoc mecanic, daNcm/cm³	26 — 39		65	18 — 49
Coeficientul de înmuiere după îngheţ-dezgheţ, %	11,28 — 27,26	46,50	20,40	38,77 — 100

În agricultură, ca amendament.

2. *Dolerite (diabaze) și spilite*

Doleritele și spilitele, precum și celelalte roci magmatice bazice, reprezintă olistolite legate genetic de pînza transilvană și însedimentată în formațiunea de Wildflysch.

Vîrsta magmatitelor bazice este considerată, de majoritatea cercetătorilor, ladiniană [3; 8;14]. În sprijinul acestei vîrste au fost identificate xenolite de calcare anisiene în spilitele de pe pîrîul Sugo (fig. 3). Unele date de teren sugerează însă vîrsta cretacic inferioară a acestor roci. Astfel, în aflorimente de dolerite și aglomerate doleritice din versantul drept al pîrîului Hăghimaș sînt prezente xenolite alcătuite din conglomerate, care aparțin probabil cretacicului inferior (fig. 4).

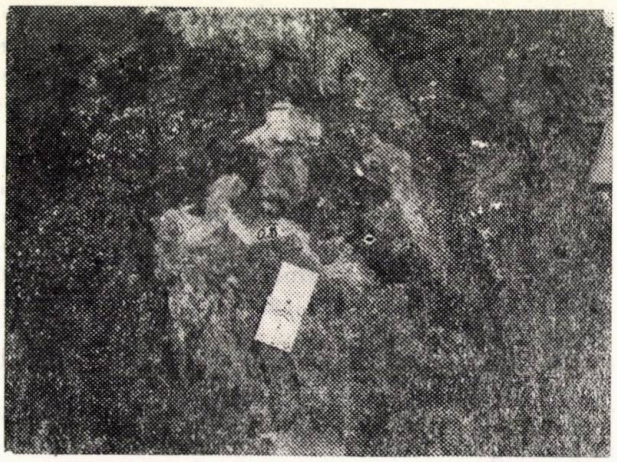


Fig. 3. Spilite (β′) cu xenolite de calcare (*an*) în talvegul pîrîului Șugo.

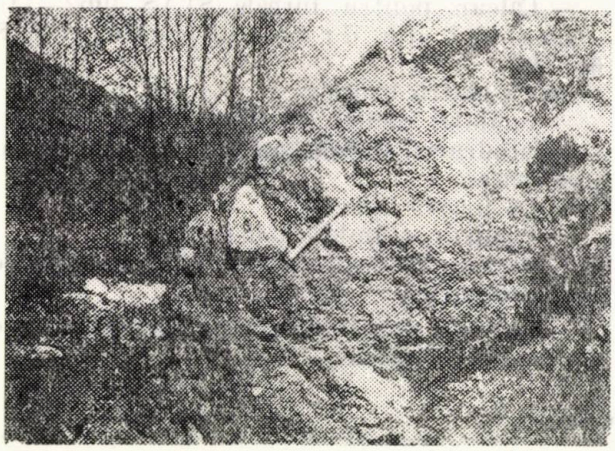


Fig. 4. Afloriment de Wildflysch în versantul drept al pîrîului Hăghimaș. Blocuri și fragmente de dolerite (β), calcare (*c*), gresii și conglomerate (*cg*) prinse într-o matrice argiloasă-diabazică

Dintre aceste roci, dimensiuni care să permită o eventuală exploatare prezintă trei olistolite :

— două corpuri de dolerite în bazinul pîrîului Sărman ;

— un corp de spilite în ambii versanți ai pîrîului Sugo (harta geologică a sectorului Vîrghiș).

Studiul microscopic a precizat următorii constituenți mineralogici :

— feldspați plagioclazi, 45—65 %;
— augit, 0—20 %;
— cuarț, 0—20 %;
— calcit, 0—10 %;
— clorit, 4—10 %;
— epidot, sporadic ;
— minerale opace, 0—5 %.

Mineralele opace sînt reprezentate prin magnetit, ilmenit, apatit și pirită.

Rezultatele analizelor fizico-mecanice sînt prezentate în tabelul 2.

În comparație cu alte roci diabazice din România (Munții Apuseni, Dobrogea de nord), doleritele și spilitele din Munții Perșani prezintă valori foarte scăzute ale rezistențelor la compresiune (600—690 daN/cm², față de peste 1 500 daN/cm²). Aceasta se datorește condițiilor de zăcămînt, precum și gradului avansat de tectonizare și alterare al rocilor.

Rezistențele mecanice reduse ale doleritelor și spilitelor limitează posibilitățile de valorificare a acestor roci. Astfel, se pot recomanda următoarele domenii de utilizare :

- lucrări de drumuri (STAS 667-69), pentru încadrarea îmbrăcăminților, pereuri și anrocamente ;
- în industria materialelor de construcții :
  — piatră brută pentru zidărie ;
  — în industria lianților și azbocimentului.

3. *Serpentinite*

Corpuri de serpetinite apar pe pîrîul Sărman, ca olistolite allohtone în aria de răspîndire a formațiunii de Wildflysch.

Aceste roci sînt alcătuite din următorii componenți :

— minerale serpentinice, 81—87 %;
— piroxeni uralitizați, 2—10 %;
— feldspați, 0—15 %;
— talc, 0—1 %;
— minerale opace, 1—4 %.

Mineralele serpentinice sînt reprezentate prin crizotil și antigorit, iar dintre cele opace predomină magnetitul și cromitul.

Principalii parametri fizico-mecanici sînt prezentați în tabelul 2.

Serpentinitele au fost exploatate în patru cariere (trei în versantul stîng al pîrîului Sărman și a patra în versantul drept al acestuia), actualmente abandonate (fig. 5).

Serpentinitele ar putea fi valorificate superior datorită mineralizațiilor de :

— azbest (crizotil-antigorit = 81—87 %) ;
— MgO (28,5 — 35,4 %, conform analizelor chimice).

De asemenea, serpentinitele pot fi utilizate pentru :

— lucrări de drumuri (STAS 667-69) ;

— fabricarea coloranţilor,
— fabricarea azbocimentului.

4. *Jaspuri feruginoase*

Jaspurile, atribuite callovian-oxfordianului, sînt constituite dintr-o masă fundamentală puternic silicifiată, uneori cu filme argiloase, colo-

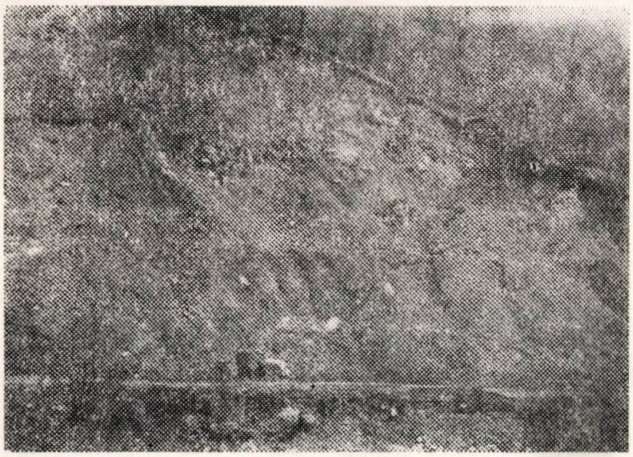


Fig. 5. Carieră de serpentinite, în versantul stîng al pîrîului Sărman.

rată roşu-brun de către un pigment reprezentat printr-o pulbere fină de hematit, dezvoltată uniform în rocă.

Ca şi rocile magmatice bazice, jaspurile reprezintă corpuri allohtone, însedimentate în formaţiunea de Wildflysch.

Principalele corpuri de jaspuri feruginoase cu radiolari apar în versantul stîng al pîrîului Sărman (exploatate în trecut în două cariere) şi al pîrîului Hăghimaş, unde se remarcă urmele unei galerii abandonate (fig. 1).

Din punct de vedere economic, jaspurile feruginoase sînt lipsite de perspectivă, datorită dimensiunilor reduse, conţinutului scăzut în fier (6,44—15,58%) şi cantităţii mari de SiO_2 (57,00—78,15%), care le fac improprii ca minereu de fier.

5. *Tufuri vulcanice*

Tufurile vulcanice aparţin sedimentarului din Depresiunea Transilvaniei şi sînt de vîrstă badeniană.

Tufurile dacitice au o extindere deosebită la vest de localitatea Racoşul de Sus, în bazinele pîraielor Rica şi Nadaş. Aceste roci se prezintă sub formă de strate cu direcţia NE—SV sau ENE—VSV, avînd înclinări de 10—35° şi grosimi variind între 30 şi 120 m.

Tufurile au o culoare verzui-cenuşie, în nuanţe deschise, structură vitroclastică sau vitrocristaloclastică, textură compactă şi spărtură neregulată.

Roca este constituită dintr-o masă de bază (40—100%) foarte fin cristalizată, în care sînt prinse fragmente de cristale de feldspaţi(0—32 %), cuarţ (0—15%), foiţe de biotit (0—2%) şi muscovit (0—1%).

Masa de bază a fost parţial sau integral zeolitizată. Gradul de zeolitizare al tufurilor este invers proporţional cu ponderea masei de bază în constituţia rocii. Conţinutul în zeoliţi din tufurile dacitice, determinat prin analize roentgenostructurale, variază între 43 şi 87%. Zeoliţii au luat naştere prin transformarea sticlei vulcanice şi sînt reprezentaţi prin clinoptilolit, desmin şi phillipsit.

Procentele ridicate de clinoptilolit (43—87%) conferă tufurilor caracterul de roci zeolitifere, avînd capacitatea de schimb cationic.

Zonele cu conţinut ridicat în zeoliţi au o dezvoltare lenticulară.

Parametrii fizico-mecanici ai tufurilor, determinaţi prin încercări pe blocuri monolit, sînt prezentaţi în tabelul 2.

Avînd în vedere conţinutul ridicat în zeoliţi, caracteristicile fizico-mecanice, precum şi studiile efectuate de I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca, tufurile dacitice din Munţii Perşani ar putea fi valorificate în următoarele domenii:

În industria materialelor de construcţii:

— moloane şi placaje naturale pentru construcţii (STAS 10104—78);
— prepararea trass-ului (STAS 4241-68);
— fabricarea cimenturilor albe şi portland (STAS 6634-68);
— fabricarea materialelor izolatoare termic şi fonic.

În industria chimică:

— suport de catalizatori;
— suport pentru insecticide;
— fabricarea sitelor moleculare pentru purificarea apelor reziduale industriale, decontaminarea apelor radioactive etc.;
— material de umplutură pentru fabricarea cauciucului;
— prepararea prafului de curăţat („Tufix").

Pentru lucrări de drumuri (STAS 667-69):

- ca piatră brută:
— fundaţii pentru drumuri;
— pavaje pentru drumuri, străzi şi acostamente;
- ca piatră spartă:
— la straturile inferioare de fundaţie;
— la stratul de fundaţie sub îmbrăcăminţi asfaltice.

În agrozootehnie:

— ameliorarea şi fertilizarea solurilor;
— alimentaţia animalelor.

Concluzii

În partea de nord a Munţilor Perşani (perimetrul Racoşul de Sus — Vîrghiş) au fost puse în evidenţă acumulări de calcare, dolerite, spilite, serpentinite, jaspuri feruginoase şi tufuri vulcanice.

Cu excepția tufurilor, substanțele minerale utile reprezintă corpuri allohtone (klippe și olistolite), prezente în aria de răspîndire a formațiunii de Wildflysch și legate genetic de pînza transilvană de Perșani.

Dintre substanțele minerale utile, cele mai mari posibilități de valorificare le au calcarele și tufurile vulcanice. În acest sens recomandăm următoarele :

- reluarea exploatării în cariera abandonată din versantul drept al pîrîului Nadaș, cu avansarea frontului către sud-vest (dealul Somos). Calcarele breecioase din această zonă pot fi utilizate îndeosebi ca piatră de mozaic și pentru lucrări de drumuri ;
- detalierea cercetării prin foraje a tufurilor din versantul stîng al pîrîului Rica și pîrîului Nadaș, concomitent cu efectuarea unor încercări tehnologice în fază laborator, pilot și industrială, în vederea valorificării acestor roci în industria chimică și în agrozootehnie.

Bibliografie

[1] Bates, R. L. *Geology of the industrial rocks and minerals.* Elsevier, New York, 1963.

[2] Băncilă, I. *Geologia Carpaților Orientali.* Ed. științifică, București. 1958.

[3] Cioflică, G., ș.a. *Les ophiolites triasiques allochtones des Monts Perșani.* Rev. Roum. Géol. Acad. R.S.R., 10/1, București, 1965.

[4] Cosma, R. *Raport privind prospecțiunile și studiile geologice tehnice pentru diabaze din Munții Perșani, perimetrul Virghiș, jud. Covasna* I.G.P.S.M.S., București, 1977.

[5] Georgescu, D., Georgescu Lenuța, Crudu Elena *Prospecțiuni geologice pentru siderită în partea de nord a Munților Perșani.* I.G.P.S.M.S., București, 1976.

[6] Hibomvschi, C. ș.a. *Raport privind prospecțiuni și studii geologice tehnice pentru tufuri și calcare în Munții Perșani, județele Brașov și Covasna.* I.G.P.S.M.S., București, 1978.

[7] Mocanu, Gh. ș.a. *Sinteza lucrărilor geologice efectuate pentru tufurile dacitice din R. S. România cu privire specială asupra zeoliților.* I.G.P.S.M.S., București, 1979.

[8] Patrulius, D. ș.a. *Geology of the Inner Zones of the Carpathian Bend.* I.G.G., București, 1968.

[9] Pauliuc, S. *Studiul geologic al Perșanilor centrali, cu privire specială la cretacicul superior.* St. tehn. econ., J. 4. București, 1968.

[10] Pop, Al., Mureșan, P., Mureșan, Olga *Prospecțiuni mineralogice pentru azbest în Munții Perșani.* I.G.P.S.M.S., București, 1977.

[11] Popescu Florica, Codarcea Venera, Asvadurov, H. *Mineralogical composition of some tuffaceous deposits rich in exchangeable potassium.* St. tehn. econ., I, 13, București, 1975.

[12] Siegel, F. R. *Properties and uses of the carbonates.* Developments in sedimentology, 9 B, Elsevier, Amsterdam, 1967.

[13] Zota Victoria *Contribuții la stratigrafia miocenului din Munții Perșani.* D.S. șed., LI, București, 1965.

[14] * * * *Harta geologică a R. S. România, scara 1:50000 ; foile 78d Racoș și 79c — Baraolt.* I.G.G., București, 1976.

[15] * * * *Notă privind posibilitățile de valorificare în industrie a tufurilor vulcanice din R. S. România.* I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca, 1977.

INFORMAȚII

În zilele de 14 — 16 aprilie 1981 a avut loc la Baia Mare Sesiunea de comunicări științifice pe tema **„Geologie și resurse minerale în județul Maramureș"**, organizată de Institutul de geologie și geofizică din București în colaborare cu Întreprinderea de prospecțiuni și explorări geologice „Maramureș" din Baia Mare.

Sesiunea a fost formată din două părți : o primă parte în care, în cadrul unor discuții pannel, au fost dezbătute probleme de interes teoretic și științific general, privind dezvoltarea științelor pămîntului în domeniul petrologiei, metalogenezei și geotectonicii, cu privire specială asupra teritoriului României și partea principală care a constat în susținerea și dezbaterea a 20 de comunicări științifice originale.

Discuțiile pannel au fost susținute de personalități reprezentative ale științei geologice românești prof. dr. doc. Dan Rădulescu de la Facultatea de geologie-geografie a Universității din București și dr. ing. Mircea Săndulescu de la Institutul de geologie și geofizică din București, care au împărtășit auditoriului ultimele noutăți în domeniu, reieșite la Congresul Internațional de Geologie care a avut loc anul trecut la Paris.

Lucrările sesiunii propriu-zise s-au desfășurat sub conducerea ing. Grama Cornel, directorul I.P.E.G. Maramureș, ing. Răduț Marian, geologul șef al I.P.E.G. Maramureș și a cercetătorilor : dr. ing. M. Săndulescu și dr. Gh. Udubașa de la Institutul de geologie și geofizică din București.

La lucrări au participat peste 70 de geologi de la I.P.E.G. „Maramureș", C.M.M.N. Baia Mare și I.G.G. București.

Avînd un pronunțat caracter științific, determinat de larga varietate a temelor dezbătute, și un accentuat caracter practic, aplicativ, imprimat de posibilitatea verificării concrete în activitatea geologică a ipotezelor geologice stabilite, sesiunea s-a înscris pe linia indicațiilor cuprinse în documentele de partid și de stat, de recomandările valoroase cuprinse în cuvîntarea rostită de tovarășul secretar general al P.C.R., **Nicolae Ceaușescu**, la Consfătuirea cu cadrele din domeniul geologiei, din 31 octombrie 1980, privind unirea tuturor eforturilor, a tuturor energiilor creatoare pentru dezvoltarea în continuare a potențialului de resurse minerale al țării noastre.

Întrucît cercetarea geologică presupune eforturi materiale, financiare și umane deosebite, pentru ridicarea eficienței economice și tehnice a acestora, un rol important îi revine autoperfecționării, prin creșterea tot mai accentuată a motivării științifice a ipotezelor care stau la baza proiectelor geologice, a fundamentării cît mai judicioase a programelor de lucrări. În acest scop, pe lîngă fundamentarea științifică a ipotezelor de cercetare și elaborare a programelor de lucrări de investigare trebuie asigurată înlănțuirea logică a etapelor progresive în desfășurarea lucrărilor, corespunzător creșterii gradului de certitudine al ipotezelor.

Această idee, a perfecționării continue a activității noastre, ține de preocupările fiecărui specialist și a întregului colectiv, aflîndu-se permanent în atenția conducerii Direcției generale geologice din Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei și a unităților din subordine. Perfecționarea activității geologice presupune un larg schimb de opinii și de experiență, atît între specialiștii din unitățile cu profil similar, cît și între specialiștii din producție și cei din institutele de cercetări sau învățămînt superior, pentru asimilarea în practica geologică a celor mai recente cuceriri ale științei pe plan național și internațional. Aceasta se concretizează, la nivelul nostru, prin creșterea continuă a ponderii fondului științific în cadrul general al activității geologice, prin ridicarea calitativă a întregii activități de cercetare geologică.

Sesiunea științifică care a avut loc a demonstrat, încă o dată, necesitatea și utilitatea conjugării tuturor metodelor de cercetare și interpretare complexă asupra unei regiuni, ca de exemplu Tibleșul, punînd în evidență importanța noilor aspecte cu caracter teoretic și aplicativ ce trebuie avut în vedere la stabilirea importanței unor zone noi. Un alt aspect important care s-a degajat din lucrările sesiunii a fost prezența masivă, cu importante comunicări științifice originale, a tinerilor geologi, care au știut să arate că merită atenția și grija care le-a fost acordată, devenind cadre de încredere în activitatea de cercetare.

Deosebit de bogate și fructuoase au fost discuțiile care au avut loc pe marginea fiecărei comunicări. Din confruntarea directă, sinceră și combativă a diverselor idei, ipoteze, concepții de lucru, nu a avut de cîștigat decît fundamentarea științifică a programelor de lucrări, ridicarea eficienței economice a lucrărilor și, în final, identificarea cu cheltuieli cît mai mici a unor volume cît mai mari de rezerve de substanțe minerale utile, necesare economiei noastre naționale.

Discuțiile și schimbul de idei care au avut loc în cadrul sesiunii, au demonstrat modul în care colectivele de geologi utilizează metodele moderne de cercetare și grija permanentă care se acordă fiecărui detaliu în parte, în contextul geologic regional, a interpretării complexe a tuturor informațiilor.

Un fapt demn de remarcat este cel privind spiritul de echipă, atît în ceea ce privește elaborarea comunicărilor, care în cea mai mare parte sînt rezultatul muncii colective, cît și prin nivelul ridicat al discuțiilor purtate, care au demonstrat că indiferent de apartenența specialiștilor la diferite unități organizatorice, ei sînt uniți de devotamentul față de știință, de necesitatea formulării unor programe de cercetare cît mai eficiente.

În acest context, pe lîngă comunicările deosebit de documentate consacrate geologiei Munților Tibleș aparținînd colectivelor : ing. M. Răduț, geol. N. Pop, geol. Gh. Udubașa, geol. O. Edelstein, ing. I. Andrei etc., s-au remarcat și cele privind M. Văratec, perimetrul Jereapăn N. — Glod, Cămîrzana, M. Maramureșului, bazinul Oașului prezentate de colectivele ing. M. Răduț, geol. D. Zincenco, ing. D. Istvan etc.

Lucrările sesiunii, desfășurate în zilele de profund elan patriotic premergătoare celei de a 60-a aniversări a făuririi Partidului Comunist Român, au adus prin comunicările susținute și dezbătute, un aport important la cunoașterea geologică a teritoriului și, în special, la creșterea nivelului științific al activității geologice, la autoperfecționarea fiecărui specialist în parte și a întregului colectiv geologic în general, pentru creșterea ponderii preocupărilor științifice în activitatea geologică și fundamentarea riguroasă a tuturor lucrărilor de cercetare proiectate.

Geol. **V. Bologa**

Revista MINE, PETROL și GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei din Republica Socialistă România. Redacția revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol și geologie, str. Biserica Amzei nr. 23, sect. 1, telefon 59.29.75. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector 1 al Institutului de Geologie și Geofizică, str. Caransebeș nr. 1 sectorul 1. Tariful pentru întreprinderi 160 lei anual ; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : 50 lei anual ; costul unui exemplar : 5 lei

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezolanu nr. 23—25, București, c. 1415

Taxele poștale achitate conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/224/1981.

43103

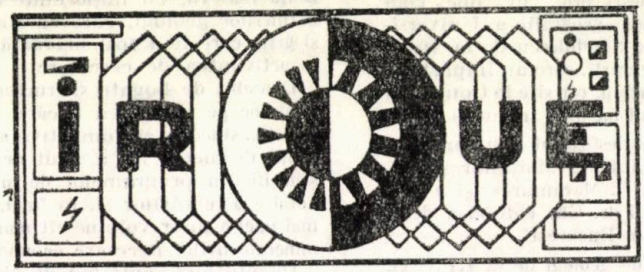
c. 1415 — I.P. „Informația"

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

DIRECŢIA GENERALĂ AUTONOMĂ

A PETROLULUI ŞI GAZELOR

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC CÎMPINA



EXECUTĂ:

REPARATII SI CONFECTII
DE SCULE SI DISPOZITIVE
PENTRU FORAJ-EXTRACTIE

Scule de manevră

Scule de instrumentaţie

Dopuri şi pachere

Dispozitive pentru tubaj şi cimentare

CÎMPINA, Str. BOBÎLNA 44, Jud. PRAHOVA telex 19625
telefon 973/31830, 31930, 32577

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
Centrala minereurilor şi metalurgiei neferoase Baia Mare

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI ŞI METALURGIE NEFEROASĂ-BAIA MARE

EXECUTĂ ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR SĂI INTERNI ŞI EXTERNI :

LUCRĂRI DE CERCETARE ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO - ECONOMICE DE PROIECTARE ÎN DOMENIUL EXTRACŢIEI ŞI PREPARĂRII MINEREURILOR NEFEROASE , AURO - ARGENTIFERE, RARE ŞI RADIOACTIVE ŞI PRELUCRĂRII METALURGICE A CONCENTRATELOR DE METALE NEFEROASE PENTRU :

- metode de exploatare , săpare , procedee de perforare şi împuşcare, susţinere a lucrărilor miniere , inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere ;
- tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile , de prelucrare a minereurilor şi concentratelor în condiţii de : laborator , micropilot , pilot , semiindustrial şi industrial;
- sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru flotaţie şi hidrometalurgie ;
- documentaţii pentru mecanizarea şi automatizarea proceselor tehnologice în subteran , uzine de preparare şi metalurgice ;
- stabilirea gradului de prăfuire şi combatere a prafului , a condiţiilor de microclimat în subteran , uzine de preparare şi metalurgice , inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirilor profesionale ;
- protecţia mediului înconjurător prin studii de depoluare a apelor de mină şi reziduale şi a aerului din zonele de acţiune a uzinelor de preparare şi metalurgice ;
- organizarea ştiinţifică a producţiei şi muncii , analize economice , optimizări ale proceselor de producţie , prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnologiei în domeniul extracţiei metalelor neferoase ;
- documentaţii tehnico - economice de investiţii pentru obiective miniere , de preparare şi metalurgice.

ACORDĂ ASISTENŢĂ TEHNICĂ PENTRU ÎMBUNATAŢIREA FLUXURILOR TEHNOLOGICE , MODERNIZAREA INSTALAŢIILOR ÎN SUBTERAN , UZINE DE PREPARARE ŞI METALURGICE , VALORIFICAREA ÎN PRODUCŢIE A CERCETĂRILOR ÎNCHEIATE ŞI LA PUNEREA IN FUNCŢIUNE A OBIECTIVELOR ECONOMICE PROIECTATE ÎN CADRUL INSTITUTULUI

MAI EXECUTĂ ŞI OFERĂ :

- analize chimice şi fizice prin metode spectrale , fotometrice , analize şi studii mineralogice , analize de uleiuri şi reactivi ;
- prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit , preparare şi metalurgie neferoasă ;
- produse chimico - metalurgice obţinute ca microproducţie pe baza tehnologiilor originale elaborate de institut ;
- sinteze şi cercetări bibliografice , traduceri , multiplicări , filmări .

Adresa : BAIA MARE , str. Dr. Victor Babeş 62 , telefon 30412,31171,30818,
telex 33267 , cod 4800 , jud. Maramureş

AFIȘE, BROȘURI ȘI PLIANTE
de protecția muncii

pune la dispoziția celor interesați

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

CU SEDIUL ÎN PETROȘANI, STR. DR. PETRU GROZA 32-34,
JUD. HUNEDOARA, COD 2675, TEL. 41621-41622

1987 NOV 17

E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREŞTI - ROMÂNIA * Vol. 32, septembrie 1981

9

RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE FOR OIL AND GAS - CÎMPINA

carries out:

- GAS-CHROMATOGRAPHIC, POTENTIOMETRIC, SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS TO ETABLISH THE COMPLETE COMPOSITION OF FLUIDS PRODUCED IN THE HYDROCARBON FIELDS;
- PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS TO CHARACTERIZE THE SOLID ABSORBENTS (ACTIVE CARBON, MOLECULAR SIEVES, SILICA GEL) USED IN GAS CONDITIONING TECHNOLOGIES.

elaborates technologies for:

- Gas treatment (C_2+hydrocarbons production, dehydrating, desulphuration) etc;
- Oil cleaning (removal of water and mechanical impurities);
- Rheologic carac teristics improvement of viscous and high refrigeration oils for pipe-line transportation;
- Residual waters conditioning for technologic injection in oil and gas fields;
- Well treatment to control sand rush and water channelling;
- Production increase by alkaline and surfactant solutions injections;
- Reduction of hydrocarbon losses, light crude stabilization, production of oil from residues and residual water etc;
- Additives for the elaboration of drilling fluids and cement slurries utilised for drilling and cementing of oil and gas wells;
- Drilling fluids and cement slurries for offshore drilling;
- Drilling fluids with high thermical atability for drilling of deep and ultra deep wells;
- Drilling fluids for penetration of the productive horizon;
- Physicochemical analysis of the additives used to prepare the drilling fluids and cement slurries;
- Physicochemical analysis of the fluid loss of drilling fluids;
- Elaboration of the equipment for testing the rheologic and fluid loss properties of the drilling fluids, at high temperatures and pressures.

ADRESS :

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI PENTRU PETROL ŞI GAZE - CÎMPINA, str. Culturii 29, tel. 31730, cod 2150

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII
Nr. 9 1981

CUPRINS

Folea, I., Amărăscu Rita, Iacoban, I. şi Tocu, P. **Procedee noi de valorificare a unor zăcăminte sărace de fier şi fier-mangan din România** . . 415

Văcaru, I., Vlad, L., Anescu, D., Bacu, M. şi Văcaru, E. **Cercetări de preparare mecanică a şisturilor bituminoase de la Anina** . . 423

Gâf-Deac, I. **Criterii de bază în avansarea pe direcţie a complexelor mecanizate de abataj** 430

Niac, Gv. şi Focşa, I. **Reactivitatea termodinamică a cărbunilor** 435

Pandelescu, C. **Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine (II)** 438

Simon Simina **Un subprodus al industriei petrochimice indigene — înlocuitor parţial al spumanţilor pentru flotaţia minereurilor neferoase** 446

Micu, E. **Economisirea energiei electrice la acţionarea compresoarelor prin introducerea excitaţiei statice cu tiristoare la motorul sincron** 447

Pârcălăbescu, I. D. **Cîteva consideraţii fizico-chimice şi geochimice asupra colectorului petrolifer din sarmaţianul structurii Bragadiru** 450

Ştiri

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.341.1/2 : 669.1

Folea, I., Amărăscu Rita, Iacoban, I. şi Ţocu, P. *Procedee noi de valorificare a unor zăcăminte sărace de fier şi fier-mangan din România*

În vederea atragerii în circuitul economic a unor zăcăminte sărace şi greu preparabile de fier, fier-mangan şi mangan, autorii prezintă rezultatele obţinute prin siderurgie (aglomerare) sau combinaţii de preparare mecanică şi aglomerare a zăcămintelor Delniţa, Răzoare — Tg. Lăpuş şi Oiţa — Colacu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.723 : 622.337.2

Văcaru, I., Vlad, L., Anescu, D., Bacu, M. şi Văcaru, E. *Cercetări de preparare mecanică a şisturilor bituminoase de la Anina*

Autorii prezintă cercetările de preparare ale şisturilor bituminoase prin diverse metode, dintre care sortarea pe grătare fixe a trei loturi de şist, sortate la clasele 100, 200 şi 300 mm — măcinate şi arse în Centrala termoelectrică Doiceşti — a dat cele mai bune rezultate. S-a putut deduce formula de calcul a debitului morilor, care este de 3—3,5 ori mai mare decît în cazul măcinării lignitului. Sortul optim, de 200 mm, oferă cheltuieli minime de sortare şi măcinare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15

Gâf-Deac, I. *Criterii de bază în avansarea pe direcţie a complexelor mecanizate de abataj*

Se analizează criteriile de bază ale avansării pe direcţie : paralelismul secţiei de susţinere cu linia transportorului, liniaritatea abatajului, paralelismul galeriilor de cap şi de bază ale panourilor şi feliilor în exploatare, a căror cunoaştere duce la perfecţionarea tehnologiei de exploatare în abatajele frontale dotate cu complexe mecanizate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.33

Niac, Gv. şi Focşa, I. *Reactivitatea termodinamică a cărbunilor*

Autorii demonstrează că reactivitatea termodinamică poate fi pusă în evidenţă dacă se foloseşte pentru cărbune o formulă brută corespunzătoare care să cuprindă carbonul, hidrogenul şi oxigenul

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.061 : 661.7 : 665.5

Şimon Simina *Un subprodus al industriei petrochimice indigene — înlocuitor parţial al spumanţilor pentru flotaţia minereurilor neferoase*

Se prezintă rezultatele obţinute prin folosirea la flotaţie, ca spumant, a unui subprodus rezultat de la fabricarea cauciucului izoprenic, subprodus denumit „Spumant Borzeşti — 1".

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 620.9 : 321.51

Micu, E. *Economisirea energiei electrice la acţionarea compresoarelor prin introducerea excitaţiei statice cu tiristoare la motorul sincron*

Autorul descrie particularităţile acţionărilor cu motoare sincrone din industria minieră şi creşterea eficienţei economice a acestora prin introducerea sistemului de excitaţie statică cu tiristoare. Se descrie prototipul industrial montat la două exploatări miniere din bazinul Baia Mare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.276 : 550.4

Pârcălăbescu, I. D. *Cîteva consideraţii fizico-chimice şi geochimice asupra colectorului petrolifer din sarmaţianul structurii Bragadiru*

Consideraţiile fizico-chimice şi geochimice sprijină afirmaţia că roca-mamă pentru gresiile calcaroase sarmaţiene este calcarul microporos din albianul zonei. Structura spaţiului de pori resubliniază mărimile ridicate ale porozităţii colectorului petrolifer şi pierderile mai reduse de energie în exploatare, generate de această structură a spaţiului de pori.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

CONTENTS

C.Z. 622.341.1/2 : 669.1

Folea, I., Amărăscu Rita, Iacoban, I. and Tocu, P. *New techniques for valorization some poor iron and iron-manganese ore bodies in Romania*

In order to draw in the economic circuit some poor and hard dressing iron and iron-manganese ore bodies the authors present the results obtained in iron and steel plant (agglomeration) and in dressing plant (separation and agglomeration) in the case of Delniţa, Răzoare — Tg. Lăpuş and Oiţa — Colacu ore bodies.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.723 : 622.337.2

Văcaru, I., Vlad, L., Anescu, D., Bacu, M. and Văcaru, E. *Research works in dressing oil shale of Anina by mechanical means*

The authors present dressing research works in different alternatives amoug which the sorting on stationary grate of three oil shale lots (size classes 100, 200 and 300 mm) grinded and burnt in Doiceşti thermoelectric power station has given the best results. A calculation formula for the capacity of grinding installation, 3—3,5 times greater than in the case of lignite grinding, is established. The 200 mm size class offers minimum cost for sorting and grinding processes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15

Gâf-Deac, I. *Basic criteria in driving mining aggregate*

The parallelism between the supporting section and the conveyor line, the liniarity of the long wall, the parallelism of the acces and ventilation drifts are analysed. These basic criteria lead to an improved technology in working long walls with mining aggregates.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.33

Niac, Gv. and Focşa, I. *Coal thermodynamic reactivity*

The authors demonstrate the possibility to put in evidence the thermodynamic reactivity by using in the case of coal a general formula containing carbon, hydrogen and oxigen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Present trends in the field of very fine ore dressing* (2nd part)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.061 : 661.7 : 665.5

Şimon Simina *A byproduct of indigenous petrochemical industry — partial substitute of frothing agents for the flotation of nonferrous ores*

The results obtained with a byproduct formed during the manufacturing of isoprene rubber with the name „Borzeşti Froth-1" during the flotation process are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 620.9 : 621.51

Micu, E. *Electric energy saving at compresor driving by using tyristor static excitation for synchronous motor*

The author describes the caracteristics of synchronous motors used is the mining industry and their efficienty growth by using tyristor static excitation. A commercial prototype commissioned at two mining enterprises in Baia Mare is presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.276 : 550.4

Pârcălăbescu, I. D. *Some physical-chemical and geochemical considerations on the oil collector from the Sarmation of Bragadiru structure*

The physical-chemical and geochemical considerations help to establish that the microporous chalk of the Albian zone is the mother rock for the Sarmation chalk sandstone. The structure of the pore space outlines again the high values of the oil collector's porosity and much less energy losses during the exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

News

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.341.1/2 : 669.1

Фоля, И., Амэрэску Рита, Якобан, И. и Цоку, П. *Новые способы использования некоторых бедных железо-марганцевых и железорудных месторождений Румынии*

В целях вовлечения в цепь народного хозяйства некоторых месторождений бедных и труднообогащаемых железных, железно-марганцевых и марганцевых руд, авторы представляют результаты, полученные при агломерации или комбинированном обогащении «агломерация-механическое обогащение» руд месторождений Дельница, Рэзоаре-Тыргу Лэпуш и Оица-Колаку.

Ключевые слова: бедные месторождения, железо, марганец, освоение

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.723 : 622.337.2

Вэкару, И., Влад, Л., Анеску, Д., Баку, М. и Вэкару, Е. *Научно-исследовательские работы механического обогащения битуминозных сланцев Анина*

Авторы представляют исследования по обогащению различными методами битуминозных сланцев, самые хорошие результаты получив при сортировке на неподвижных грохотах трех партий сланцев (классы 100, 200 и 300 мм), подвергаемых измельчению и сжиганию в ТЭЦ-Дойчешть. В результате этого была получена расчетная формула производительности мельниц, которая в 3—3,5 раза больше чем при измельчении лигнита. Оптимальный сорт (класс 200 мм) приводит к минимальным затратам сортировки и измельчения.

Ключевые слова: битуминозные сланцы, механическое обогащение, сортировка, измельчение, сжиганне

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15

Гыф-Деак, И. *Основные критерии продвигания по простиранию очистных механизированных комплексов*

Рассмативаются основные критерии продвигания по простиранию пласта: продвигание крепежных секций параллельно к скребковому ставу, линейность очистного забоя, параллельное расположение откаточного и вентиляционного штреков: соблюдение этих критериев приводит к усовершенствованию технологий разработки длинными очистными забоями, оснащенными механизированными комплексами.

Ключевые слова: длинные очистные забои, механизированные комплексы, критерии продвигания комплексов

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.33

Ниак, Г. и Фокша, И. *Теплодинамическая реактивность углей*

Авторы доказывают, что теплодинамическая реактивность может быть выявлена если для углей используется соответствующая общая формула, содержащая углерод, водород и кислород.

Ключевые слова: теплодиннамическая реактивность, угли, расчетная формула

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765

Панделеску, К. Современные тенденции в области обогащения очень тонких руд (*II*)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.061 : 661.7 : 665.5

Шимон Симина *Подпродукт отечественной нефтехимической промышленности-частичный заменитель пенообразователей при флотации руд цветных металлов*

Представлены результаты полученные при применении в процессе флотации в качестве пенообразователя подпродукта, полученного в производстве изопренической резины под названием «Спумант-Борзешть — I».

Ключевые слова: флотация, пенообразователь, спумант-Борзешть I.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 620.9 : 621.51

Мику, Е. *Уменьшение расхода электроэнергии у компрессоров путем ввода статического возбуждения тиристорами в синхронном двигателе*

Автор описывает особенности приводов с синхронными двигателями в горнодобывающей промышленности и повышение их экономической эффективности в результате ввода системы статического возбуждения с тиристорами. Описывается конструкция промышленного образца, смонтированного на двух рудниках бассейна Бая Маре.

Ключевые слова: компрессор, синхронный двигатель, статическое возбуждение, тиристор, 'экономия электроэнергии

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.276 : 550.4

Пыркэлэбеску, И. Д. *Некоторые физико-химические и геохимические соображения о нефтяном коллекторе из Сармата структуры Брагадиру*

Физико-химические и гео-химические соображения поддерживают мнение о том, что порода-материнская для известковых песчаников состоит из микропористого известняка альбианской зоны. Структура пористого пространства еще раз подчеркивает повышение величины пористости нефтяного коллектора и более низкие потери энергии при добыче, вызванные этой структурой пористого пространства.

Ключевые слова: нефтяной коллектор, структура Брагадиру, порода-материнская, потери энергии

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

SOMMAIRE

C.Z. 622.341.1/2 : 669.1

Folea, I., Amărăscu Rita, Iacoban, I. et Ţocu, P. *Nouveaux procédés de valorisation de quelques gisements de minerais pauvre en fer et fer-manganèse de Roumanie*

Pour l'atraction dans le circuit économique de quelques gisements pauvres et difficiles à préparer de fer et fer-manganèse, les auteurs présentent les résultats obtenus par méthodes sydérurgiques (agglomération) et une combination de préparation mécanique et agglomération des gisements de Delniţa, Răzoare — Tg. Lăpuş et Oiţa — Colacu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.723 · 622.337.2

Văcaru, I., Vlad, L., Anescu, D., Bacu, M. et Văcaru E. *Recherches de préparation mécaniques de schists bitumineux de Anina*

Les auteurs présentent les recherches de préparation des schists bitumineux par divers méthodes entre quels le classement sur grille stationaire des trois lots de schist classes granulométriques 100, 200 et 300 mm, broyés et calcinés dans la thermocentrale Doiceşti ont donnés de bons résultats. On donne la formule de calculation de la capacité des broyeurs de 3—3,5 fois plus grande que dans le cas de lignite.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15

Gâf-Deac, I. *Les critères de base pour l'avancement des complexes d'abbatages*

Sont analysés les critères du parallelisme de la section de soutènement avec la ligne du conveyeur, la liniarité de la longue taille, le parallelisme des galeries d'accès dans le paneau et des tranches d'exploitation en vue de pérfectioner la technologie d'exploitation des longues tailles équipées avec des complexes mécanisés.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.33

Niac, Gv. et Focşa, I. *La réactivité thermodynamique des charbons*

Les auteurs font preuve que la réactivité thermodynamique peut être mise en évidence pour le charbon à l'aide d'une formule générale ayant comme éléments le charbon, le hydrogène et l'oxigen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Tendences actuelles dans le domain de préparation des minéraux très fins* (II).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

Şimon Simina *Un sousproduit de l'industrie pétrochimique indigène — substitut partiel des écuments pour la flottation des minerais nonferreux*

Sont presentés les résultats obtenus avec l'écumant „Borzeşti-1" obtenu à la fabrication du caoutchouc isoprénique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 620.9 : 621.51

Micu, E. *Gain de puissance à l'entrainement des compresseurs par l'introduction du moteur synchronique à l'excitation statique avec thyristeurs*

L'auteur décrie les caractéristiques des entrainements avec moteurs synchroniques dans l'industrie minière et l'accroissement de leurs efficience économique par l'introduction du système avec excitation statique avec thyristeurs. On décrie un prototype industriel monté à deux mines du basin minier Baia Mare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.276 : 550.4

Pârcălăbescu, I. D. *Quelques considérations physico-chimiques et géochimiques sur le collecteur de pétrole dans le sarmatien de la structure Bragadiru*

La base est constituée par la présence de la roche-mère de calcaires microporeux d'albien pour les grès calcaires sarmatiens. La structure de l'espace des pores decouvre les valeurs élevées de la porosité du collecteur pétrolière et les pertes plus réduites de l'énergie d'exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

Informations

INHALT

C.Z. 622.341.1/2 : 669.1

Folea, I., Amărăscu Rita, Iacoban, I. und Ţocu, P. *Neue Verwertungsverfahren für Lagerstätten mit arme Eisen und Eisen-Mangan Erze von Rumänien*

In Hinblick auf die Anziehung in der Wirtschaftlichkeit einiger armen und schweren aufbereitenden Eisen und Eisen-Mangan Erze, die Verfassern stellen die erhaltene Ergebnissen durch Hüttenwesen (Sinterung) oder mechanische Aufbereitung mit Sinterung für die Lagerstätten von Delniţa, Răzoare—Tg. Lăpuş und Oiţa—Colacu vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.723 : 622.337.2

Văcaru, I., Vlad, L., Anescu, D., Bacu, M. und Văcaru, E. *Untersuchungen für die mechanische Aufbereitung der Ölschiefern von Anina*

Die Verfassern stellen die Untersuchungen für die Aufbereitung der Ölschiefern mit verschiedene Verfahren vor. Die Sortierung auf feststehender Rost von drei Ölschiefer-Ladungen (Kornklassen 100, 200 und 300 mm) gemahlt und gebrennt nach der Thermozentrale Doiceşti hat die beste Ergebnissen gegeben. Eine Formel für die Berechnung der Mühle-Förder leistung, 3 bis 3,5 Mahl grosser als nach der Lignitmahlung, ist bestimmt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15

Gâf-Deac, I. *Allgemeine Kriterien für die Abbauführung der vollmechanisierte Strebausrüstung*

Der Parallelismus der Ausbauabteilung mit der Förderer-zeile, die Liniarität des Strebs, der Parallelismus der Strebstrecken für die Verbesserung des Abbaus mit vollmechanisierte Strebausrüstung sind analysiert.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.06 : 622.33

Niac, Gv. und Focşa, I. *Die thermodynamische Reaktivität der Kohlen*

Die Verfassern schauen dass die thermodynamische Reaktivität können Klär machen wenn wir brauchen eine allgemeine Formel mit Karbon, Wasserstoff und Sauerstoff als Komponenten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765

Pandelescu, C. *Aktuelle Tendenzen im Bereich der sehr feine Mineralien Aufbereitung* (Teil II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.765.061 : 661.7 : 665.5

Şimon Simina *Eine Unterprodukt der inlandische Erdölverarbeitungsindustrie — teilweise Ersatz der Schaumbildern für die Flotation der NE-Erze*

Es werden die erhaltene Ergebnissen nach der Flotation als Schaumbilder einer Unterprodukt resultiert nach der Erzeugung des Isoprenkautschuks, die sogenannte „Borzeşti Shaumbilder 1" vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 620.9 : 621.51

Micu, E. *Elektrische Energie Einsparung nach dem Kompressorenantrieb durch die Einführung der statische Erregung mit Thyristoren in der Synchronmotoren*

Die Charakteristiken des Antriebs mit Synchronmotoren in der Bergbauindustrie und ihren wirtschaftliche Effizienz durch die Einführung der statische Erregung mit Thyristoren sind vorgelegt. Eine industrielle Prototyp von zwei Bergwerke von Baia Mare ist dargestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

C.Z. 622.276 : 550.4

Pârcălăbescu, I. D. *Einige physikalische, chemische und geochemische Betrachtungen über dem Erdölkollector von Sarmatian der Bragadiru Struktur*

Die Grundlage ist das Muttergestein aus feinporige Kalk von Albian für die sarmatische Kalk Sandstein. Die Struktur des Porenraumes die grosse Porosität des Erdölkollector und kleiner Verlusten im Abbau entdeckt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 9, 1981

Nachrichten

Procedee noi de valorificare a unor zăcăminte sărace de fier şi fier-mangan din România

Dr. ing. I. Folea, ing. Rita Amărăscu, ing. I. Iacoban şi ing. P. Ţocu

Printre sarcinile actualului cincinal se înscrie, pe lîngă dezvoltarea bazei energetice, şi asigurarea bazei de materii prime pentru industria siderurgică, dotată cu noi şi importante capacităţi de producţie.

Zăcămintele de fier şi fier-mangan din ţara noastră sînt, în general, sărace, comparativ cu zăcămintele din alte ţări, atît ca rezerve, cît şi din punctul de vedere al conţinutului în fier şi mangan. Metodologia de explorare geologică prevede efectuarea cercetărilor tehnologice în două sau trei faze: laborator, pilot, semiindustrială, desfăşurate în paralel cu lucrările de etapă ale cercetărilor geologice.

În majoritatea cazurilor, fluxurile tehnologice de preparare ale minereurilor secundare (oxidice) de fier şi fier-mangan sînt cele clasice, incluzînd concasări-măcinări şi separări magnetice, în cîmpuri de diferite intensităţi, iar pentru minereuri primare cu carbonaţi de fier, un flux combinat de prăjire magnetizantă şi separări magnetice, în cîmp slab. Aceste tehnologii sînt, în general, neeconomice, atît din cauza preţurilor de cost ridicate pe operaţii, cît şi datorite recuperărilor relativ reduse de fier şi fier-mangan. În cazul zăcămintelor al căror flux de preparare include şi prăjirea, pe lîngă creşterea costului unitar al preparării intervin şi alţi factori negativi cum sînt: consumurile excesive de combustibil şi energie şi poluarea mediului ambiant.

În aceste condiţii ne-am propus a „telescopa" procesul de producţie minereu-fontă şi de a elimina, pe cît posibil, fazele costisitoare şi energo-absorbante.

I. Primul zăcămînt analizat sub acest aspect a fost zăcămîntul D e l n i ţ a (judeţul Suceava), cu un potenţial de rezervă totală de circa 10—15 mil tone minereu, pus în evidenţă şi deschis pe primele trei orizonturi (—50→ — 150 m) de Întreprinderea de prospecţiuni şi explorări geologice Suceava. Minereul de fier apare sub formă de oxizi şi hidroxizi de fier (80%) şi de siderite frecvent brecifiate (20%), localizate în dolomite triasice. Conţinutul mediu de fier variază în limite destul de largi (între 12 şi 20%).

Cercetările tehnologice executate în perioada 1971—1974 de ICEMIN şi reluate în 1976—1977 de I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva, în fazele laborator, pilot şi semiindustrială (Uzina Căpuş), s-au efectuat, în totalitate, pe probe cu conţinuturi medii mai ridicate (18—18,5%). Fluxul recomandat spre omologare constă din sfărîmare, prăjire magnetizantă în atmosferă uşor oxidantă (800°C), urmată de separare magnetică umedă, în cîmp slab, cu retratările produselor primare şi intermediare, ajungîndu-se la un concentrat cu 51% Fe, cu extracţii în greutate de 21% şi în metal de 51—52%.

În condiţiile hidrogeologice grele ale zăcămîntului Delniţa, care impun costuri relativ ridicate de exploatare, menţinerea acestui flux ar fi dus la indicatori de eficienţă economică cu totul nefavorabili, pe lîngă neajunsurile legate de înfiinţarea unei noi instalaţii de prăjire (transportul pînă la uzina Teliuc fiind prohibitiv) şi de restrîngerea posibilităţilor de valorificare numai la rezervele cu conţinuturi de peste 18% Fe.

Procedeul tehnologic preconizat se bazează, pe de o parte pe faptul că aglomerarea siderurgică reprezintă, ea însăşi, o prăjire, iar pe de altă parte pe particularităţile minereului de Delniţa, al cărui conţinut ridicat de CaO + + MgO (18—30%) îi conferă proprietăţi autofondante, precum şi pe posibilitatea valorificării simultane în procesul de aglomerare şi a dolomitei (reprezentînd 70—75% din zăcămînt), care are calităţi similare cu cea utilizată în siderurgie la procesele de aglomerare.

În anul 1977, Institutul de cercetări metalurgice a efectuat primele experimentări în fazele laborator şi pilot pe minereul de Delniţa cu conţinut mediu similar cu cel experimentat în sectorul minier (18—18,5% Fe), care au justificat trecerea imediată la încercări semiindustriale, executate la Combinatul siderurgic Galaţi.

Cu concursul I.P.E.G. Suceava, s-a recoltat prima probă semiindustrială de 4 200 t. Ţinînd cont că în cadrul unei exploatări intensive nu va fi posibilă o extracţie selectivă pe sorturi, proba a fost livrată sub forma unui amestec ponderat de 80% oxizi şi 20% carbonaţi de fier. S-au efectuat încercări de concasare, stabilind, împreună cu ICEM, fluxul tehnologic de sfărîmare în trei trepte, pînă la dimensiunea de —5 mm, determinînd consumurile specifice de materiale şi energie. Capacitatea de sfărîmare a minereului de Delniţa este comparabilă cu aceea a minereurilor sărace, din zonele Ghelar şi Teliuc, operaţia de sfărîmare fiind singura fază de prelucrare în sectorul minier.

Compoziţia probei a fost de: 18,22% Fe; 0,78% Mn; 21,15% CaO; 12,34% MgO; 2,11% SiO_2; 0,85 Al_2O_3; 2,15% S; 0,009% As; 0,03% P; 0,29% $Na_2O_3 + K_2O$; 31,55% P.C.

Cu concursul secției 1 de aglomerare a C. S. Galați, minereul a fost introdus în stiva de omogenizare într-o proporție de 6,93%, împreună cu minereu, pelete și concentrate provenite din import (tip 1...6). Din experimentări a rezultat că minereul de Delnița, cu conținut de 18% Fe, poate fi utilizat în șarja de aglomerare de la C. S. Galați, ca înlocuitor total al dolomitei, conținînd cantitatea corespunzătoare de oxizi bazici (63 kg minereu/1 t aglomerat) și cu un aport de 11 kg fier/t. Din compoziția chimico-mineralogică a minereului și din calculele de echivalare a oxizilor bazici și acizi și a componenților de fier și mangan, rezultă că în procesul de aglomerare intră:

— un concentrat de fier (33% în greutate, cu 55,12% Fe; 2,36% Mn; 3,48% Ca și 6,39% SiO_2, valoare metalurgică = 53,29);

— fondantul dolomitic (67% în greutate, cu 18,42% MgO; 29,85% CaO și 1,27% Al_2O_3).

Luînd în considerare variațiile de conținuturi ale mineralizației de la Delnița și faptul că atragerea în circuitul economic a minereurilor cu conținuturi de 12—15% Fe duce la o creștere a volumului rezervelor de bilanț cu 50—60%, ICEM a continuat cercetările, în 1979, în fazele laborator-pilot și, în continuare, în 1980, în faza semiindustrială, pentru utilizarea directă a minereului de Delnița, cu conținut scăzut (12—15%), în procesul de aglomerare.

Proba semiindustrială a avut o compoziție de: 13,69% Fe; 0,81% Mn; 29,28% CaO; 14,67% MgO; 2,18% SiO_2; 1,03% Al_2O_3; 0,03% P; 1,32% S și 34,82% P.C.

Atît încercările efectuate în faza pilot, cît și cercetările industriale executate pe patru mașini ale aglomeratorului nr. 1 de la C. S. Galați au permis stabilirea:

- caracteristicilor amestecului de aglomerare (rețetă, umiditate, greutate specifică);
- parametrilor procesului de aglomerare (viteza verticală de aglomerare, depresiunea și temperatura de aglomerare);
- caracteristicilor aglomeratului produs (compoziția chimică și granulometrică, rezistența mecanică);
- indicatorilor procesului de aglomerare (consumul specific de cocs, productivitate specifică).

Parametrii s-au determinat comparativ cu încercări de referință și sînt redați, parțial, în tabelele 1 și 2.

Încheiate în 1980, încercările tehnologice au dus la următoarele concluzii.

1. Minereul fondant de fier Delnița poate fi utilizat direct în procesul de aglomerare siderurgică începînd cu un conținut mediu de 12% Fe, cu condiția ca conținutul de SiO_2 să nu fie mai mare de 3%.

2. Minereul nu necesită, cu excepția concasării pînă la dimensiunea de — 5 mm, nici o

Tabelul 1

Caracteristici medii de aglomerare rezultate în urma cercetărilor în fază pilot

	Compoziția,	Rețeta de referință, %
1. Rețeta de aglomerare:		
— minereu omogenizat Combinatul siderurgic Galați, %	94,9	100
— minereu Delnița, %	5,1	—
— calcar, %	26,31	26,22
— dolomită, %	—	4,00
— cocs, %	6,60	6,58
2. Caracteristicile amestecului de aglomerare:		
— umiditate, %	8,10	8,15
— greutate volumetrică, t/m³	1,99	2,00
3. Regimul de aglomerare:		
— depresiunea sub grătar, inițială, mm col. Hg	82	78
finală, mm col. Hg	29	29
— temperatura maximă sub grătar, °C	515	520
— viteza verticală de aglomerare, mm/min	21,65	21,83
4. Compoziția chimică a aglomeratului		
— Fe total, %	50,04	50,25
— FeO, %	10,07	10,20
— indice de bazicitate	1,84	1,79
5. Compoziția granulometrică a aglomeratului:		
— fracția — 8 mm, %	33,17	32,23
— fracția — 30 mm, %	17,09	17,57
6. Rezistența mecanică la tobă a aglomeratului:		
— fracția — 8 mm, %	40,33	40,93
— fracția + 5 mm, %	19,66	19,06
7. Indici tehnico-economici:		
— consum specific de cocs, kg/t agl.	78,95	78,47
— productivitate aglomerat, kg/m².h	1 138,55	1 138,28
— productivitate Fe metalic, kg/m².h	569,38	571,99

altă preparare în sectorul minier și poate fi utilizat direct (proporție de 5—6,95%) în stiva de minereuri omogenizate.

3. Varianta optimă de valorificare se realizează pe linia înlocuirii totale în rețeta de aglomerare de la C. S. Galați a dolomitei (care reprezintă circa 14% din fondant) cu minereu fondant de fier Delnița, care conține:

— cantitatea corespunzătoare de oxizi bazici (cca 60 kg minereu/t aglomerat);

— cantitatea de fier de 9 kg/t.

4. Utilizarea minereului de Delnița nu modifică indicatorii tehnico-economici ai procesului de aglomerare C. S. Galați.

5. Posibilitatea de prelucrare a C. S. Galați este de 500 000 t/an minereu.

Considerînd că, din motive de exploatare, cantitatea livrabilă va fi de numai 200 000 t/an,

Tabelul 2

Încercări semiindustriale la C. S. Galaţi

1. Reţeta de aglomerare:
   — consumuri specifice de materii prime utilizate, valori medii, kg/t agl.

minereu tip 1	169,39
concentrat tip 1	175,82
minereu tip 2	112,21
minereu tip 3	128,84
minereu tip 4	37,42
minereu tip 5	122,47
minereu tip 6	84,02
minereu Delniţa	66,00
concentrat de Dobrogea	3,80
minereu de mangan	23,45
ţunder	38,46
praf furnal	20,89
şlam	13,55
calcar	329,17
cocs retur	71,92

2. Caracteristicile amestecului de aglomerare (valori medii):
   — compoziţia chimică a amestecului de aglomerare,

SiO_2, %	9,03
CaO, %	2,00
FeO, %	6,81
Fe, %	59,14
Mn, %	0,88

   — umiditate, % 6,60

3. Caracteristici în conductele colectoare (M = maşina de aglomerare)
   — depresiune:

M-1, mm col apă	981
M-2, mm col apă	549
M-3, mm col apă	789
M-4 mm col apă	779

   — temperatură:

M-1, °C	94
M-2, °C	73
M-3, °C	82
M-4, °C	93

4. Viteza benzii

M-1, m/min	2,4
M-2, m/min	2,4
M-3, m/min	2,0
M-4, m/min	2,5

5. Timp staţionare, min. maş. 739
6. Producţia, t/zi 13 477
7. Productivitatea, t/m² zi funcţ. 24,75
8. Caracteristicile aglomeratului obţinut (valori medii)
   — compoziţia chimică:

SiO_2, %	8,44
CaO, %	18,51
FeO, %	6,88
Fe, %	48,94
Mn, %	0,75

   — indice de bazicitate CaO/SiO_2, % 2,19
   — rezistenţa mecanică, % 20,95

rezultă că anual se introduc în circuitul economic 28 000 t/ fier şi 1 600 t mangan, ceea ce echivalează cu reducerea anuală a importului de minereu de fier (tip 4) cu 50 000 t/an şi a minereului de mangan (30 % Mn) cu circa 5 300 t/an, respectiv cu reducerea efortului valutar aferent.

Pornind de la etapele de valorificare ale minereului de Delniţa:

— exploatare în subteran;

— sfărimare în trepte pînă la dimensiunea de −5 mm;

— adaos de minereu în reţeta de aglomerare a C. S. Galaţi;

— utilizarea aglomeratului respectiv la producerea fontei de furnal a C. S. Galaţi şi ţinînd cont de concluziile cercetărilor tehnologice, I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva a elaborat un studiu de condiţii industriale în mai multe variante, în funcţie de conţinutul limită de fier în minereu, a preţului de cost în sectorul minier şi a preţurilor de producţie şi respectiv de livrare a minereului mărunt de fier, cu dolomită.

În varianta cu:

— conţinut minim limită de 10% Fe;

— conţinut mediu de 15, 80% Fe în rezerva geologică;

— preţul unitar de cost, în varianta de transport de minereu pe tunel, în subteran şi în continuare pe cale ferată;

— preţul de livrare conform catalogului de preţuri:

— întreaga rezervă a orizonturilor superioare ale zăcămîntului Delniţa (categoria C_1 aprox. 3 mil tone) a putut fi clasificată în grupa de bilanţ. Totodată, noua tehnologie de valorificare a dus la o intensificare a lucrărilor geologice în extindere şi în adîncime, în vederea promovării în categorii superioare şi a clasificării în bilanţ de noi volume de rezerve ale zăcămîntului Delniţa.

II. În baza experienţei dobîndite cu privire la tehnologia de valorificare a minereului sărac de fier de la Delniţa, cu concursul geologilor specialişti au fost analizate şi alte zăcăminte sărace de fier şi fier-mangan din ţară, sub raportul aplicabilităţii noii tehnologii de valorificare. În continuare, a fost cercetat zăcămîntul de fier-mangan de la Răzoare — Tg. Lăpuş pus în evidenţă prin lucrările de explorare ale I.P.E.G. Maramureş, cu rezerve de categorii superioare ($B + C_1$), confirmate în bilanţ, de ordinul a 6—7 mil tone, cu perspective de dublare. Conţinuturile medii informative ale acestor rezerve sînt: 18,23% Fe; 17—22% Mn; 2,58% CaO; 23,73% SiO_2; 1,44% P_2O_5; 3,85% S; 17,12% P.C.

Faţă de zăcămîntul Delniţa, zăcămîntul Răzoare aduce un aport de Mn, dar are în schimb conţinuturi ridicate în elemente dăunătoare (SiO_2, P_2O_5, S) şi o compoziţie mineralogică care-l face mai greu preparabil. Astfel, mineralele utile reprezentate prin oxizi şi carbo-

nați de fier și de mangan sînt frecvent intim asociate cu masa silicatică sau carbonatică, ridicînd probleme dificile de dezasociere a fracțiunii utile de steril; de asemenea, au o duritate relativ ridicată și, în consecință, o capacitate redusă de sfărîmare și măcinare.

Zăcămîntul a fost cercetat tehnologic în 1972, de ICEMIN, aplicînd un flux de preparare, care a inclus măcinarea, prăjirea și separarea magnetică. Cercetările au fost reluate în perioada 1975—1978 de către I.C.P.M.M.N. Baia Mare, în fazele laborator și pilot. Fluxul de preparare mecanică a inclus: sfărîmări, măcinări și separări magnetice în trei trepte și a dus la obținerea unui concentrat de fier valorificabil, cu 50—53% Fe; 7—10% Mn; 4—4,8% SiO_2 și 2% CaO, cu valori metalurgice de 49—55, încadrîndu-se astfel în standardele în vigoare. Extracțiile în metal au fost însă reduse, nedepășind 45% pentru fier.

În paralel s-a obținut și un concentrat manganos cu conținuturi de 15—18% Mn, 12—14% Fe; 12—25% SiO_2.

În perioada 1976—1978, fracțiunea manganoasă a fost cercetată, în continuare, de același institut, pe cale hidrometalurgică și electrochimică, cu obținerea: manganului metalic (99,9%), a bioxidului de mangan, a sulfatului de mangan (soluție și cristalizat) și a carbonatului tehnic de mangan (cu > 42% Mn), toate de calitate superioară. Cercetările de solubilizare ale manganului au dus la randamente de extracție de pînă la 64%. Costurile procedeelor hidrometalurgice și electrochimice sînt însă foarte ridicate, iar cerințele în Mn metalic și săruri, relativ reduse, sînt acoperite de Uzina Firiza, prin prelucrarea hălzilor de minereuri de mangan și a manganului mărunt, rezultat din zăcămintele de mangan ale bazinului Vatra Dornei.

Cercetările recente (1980) ale ICEM s-au efectuat în fază pilot, pe o probă de minereu cu: 18,07% Fe; 17,03% Mn; 24,17% SiO_2; 1,01% Al_2O_3; 5,02% CaO; 1,56% MgO; 16,82% P.C. și au fost orientate spre trei direcții.

a. Utilizarea directă a minereului brut, sfărîmat sub—10 mm, într-o rețetă de aglomerare similară celei de la C. S. Galați.

b. Îmbunătățirea prealabilă a calității manganului prin preparare mecanică, în două variante posibile:

b—1 preconcentrarea magnetică uscată a minereului sfărîmat la —3 mm (concasare în trei trepte) în cîmp slab de 900 Oë (separator-magnetic tambur), urmată de o separare magnetică în cîmp puternic, cu cele mai bune rezultate în cîmpul de 12 000 Oë, ajungîndu-se la un preconcentrat cu: 19,83 %Fe; 15,72%FeO; 19,42 % Mn; 20,43% SiO_2; 1,11% Al_2O_3; 5,89% CaO; 1,83% MgO; 0,57% P; 1,87% S; 16,01% P.C.; extracția în greutate 78,9%; recuperarea în util = 86,9% pentru Fe și 90,60% pentru Mn; conținutul de SiO_2 se reduce cu 33,6%;

b—2 preconcentrarea magnetică umedă a minereului măcinat la 80% sub 0,071 mm, în două trepte; 1 000—1 200 Oë și respectiv 14 000—16 000 Oë, executată de I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca, a dus la obținerea unui concentrat de fier (34,42% Fe) și a unui concentrat de mangan (22,23%), care au fost utilizate sub forma unui amestec de concentrate de Fe și Mn, cu: 26,2% Fe; 18,11% Mn; 18,20% SiO_2; 1,30% Al_2O_3; 3,60% CaO; 1,20% MgO;; 3,53% S; 0,32% P; 11,83% P.C.

Extracția în greutate (13,1%) și recuperările în fier (21%) și în mangan (13,6%) sînt foarte reduse.

● Încercări de peletizare a preconcentratelor magnetice umede și de durificare a peletelor prin ardere, la temperaturi optime de 1 300—1 350°C, în funcție de natura concentratului (concentrat de Fe, de Mn sau un amestec a celor două concentrate). Peletele durificate au rezistențe la compresiune și puncte de înmuiere și de topire satisfăcătoare pentru utilizarea lor în furnale. Recuperările reduse în metal în concentrarea magnetică umedă și lipsa unor instalații industriale de peletizare-durificare nu justifică trecerea la faze superioare de cercetare pe linia peletizării.

Considerînd, pe baza rezervelor confirmate în bilanț, că într-o primă etapă capacitatea minei va fi de 150 000 t/an, s-au făcut încercări de aglomerare, introducînd în rețeta medie de aglomerare a șarjelor C. S. Galați — 1980: minereu brut de Răzoare sfărîmat la —10 mm, preconcentrate magnetice uscate și preconcentrate magnetice umede. Cu capacitatea actuală de livrare, aportul minereului Răzoare ar fi de 1,3%; considerînd însă perspectivele zăcămîntului, s-au făcut încercări și cu adaosuri de 5 și respectiv 10% minereu de Răzoare.

Rezultatele cele mai bune s-au obținut cu variantele: minereu brut și preconcentrat uscat.

În tabelul 3 sînt prezentate rezultatele experimentărilor cu minereu brut de Răzoare.

Din tabelul 3 rezultă că caracteristicile chimico-mecanice ale aglomeratului produs și indicii tehnico-economici ai procesului de aglomerare rămîn apropiați de valorile de referință, cu excepția conținutului de mangan, care crește proporțional cu adaosul de minereu.

În consecință, minereul brut de Răzoare, sfărîmat la —10 mm și fără vreo altă prelucrare, poate fi utilizat direct în procesul de aglomerare, într-o proporție de pînă la 10% din conținutul amestecului de minereuri.

În tabelul 4 sînt redate încercările de aglomerare cu un adaos de 5% de preconcentrat magnetic uscat (12 000 Oë).

Și din acest tabel rezultă că prin introducerea în proporție de 5% a preconcentratelor magne-

Tabelul 3

Încercări de aglomerare cu minereuri de fier-mangan Răzoare, minereu brut, sfărîmat la —10 mm (valori medii)

Parametrii	Varianta			
	de referință (rețeta șarjă tip C. S. Galați)	cu 1,3% minereu de Răzoare	cu 5% minereu de Răzoare	cu 10% minereu de Răzoare
1. Materii prime:				
— minereu omogenizat, %	100	98,64	95,25	90,71
— minereu de Răzoare, %	—	1,36	4,75	9,29
2. Adaosuri de aglomerare				
— calcar, %	26,22	25,86	26,24	27,31
— dolomită, %	4,00	3,54	4,52	4,64
— cocs, %	6,56	6,58	6,65	6,42
3. Caracteristicile amestecului de aglomerare:				
— umiditate, %	8,15	8,01	7,87	7,88
— greutate volumetrică, kg/dm³	2,05	2,075	2,055	2,063
4. Regimul de aglomerare:				
— depresiune sub grătar:				
inițială, mm col. Hg	78	77	89	75
finală, mm col. Hg	28	28	25	25,5
— temperatura maximă sub grătar, °C	520	488	506	495
— viteza verticală de aglomerare, mm/min	21,83	22,35	23,75	22,35
5. Compoziția chimică a aglomeratului:				
— Fe total, %	50,25	49,74	49,00	49,34
— FeO, %	10,20	10,02	9,25	10,65
— Mn, %	1,12	1,15	2,13	2,17
— indice de bazicitate %	1,79	1,81	1,84	1,79
6. Compoziția granulometrică				
— fracția — 8 mm, %	32,23	33,48	31,25	32,68
— fracția + 30 mm, %	17,57	18,13	16,46	17,29
7. Indici tehnico-economici				
— consum specific de cocs, kg/t agl.	78,47	80,56	80,66	75,31
— productivitate, kg/m².h	1 138,28	1 140,35	1 214,66	1 198,13
din care:				
— Fe metalic, kg/m².h	571,99	567,21	595,18	591,15

tice în șarja de aglomerare nu se modifică valorile indicilor tehnico-economici și calitatea aglomeratului produs.

Din punct de vedere economic, cea mai avantajoasă apare varianta utilizării preconcentratului magnetic uscat, deoarece în procesul siderurgic consumurile de calcar și de cocs sînt mai reduse cu 6 700, respectiv 2 325 t/an, față de utilizarea minereului brut. Utilizarea preconcentratului are însă dezavantajul că necesită realizarea unei investiții suplimentare (linie de sfărîmare pînă la 3 mm, separări magnetice uscate, în cîmp slab și în cîmp puternic), ceea ce ar prelungi durata de intrare în producție a zăcămîntului.

În concluzie, verificările în fază industrială a rezultatelor studiului din fază pilot se vor face la C. S. Galați, în varianta **a** (probă de circa 2 200 t minereu brut de Răzoare, sfărîmat la —10 mm), în anul 1981, pentru a putea fundamenta mai repede documentațiile de investiții, mina urmînd să intre în producție în actualul cincinal. În paralel, se vor efectua încercări semiindustriale de preconcentrare magnetică uscată (pe 250—300 t minereu) pe una din instalațiile existente în țară (I. M. Rm. Vîlcea, I.M.R. Merișani), pentru definitivarea parametrilor de preconcentrare, în vederea perfecționării ulterioare a fluxului de valorificare.

Menționăm că, chiar la capacitatea redusă a primei etape (150 000 t/an), procedeul de valorificare permite introducerea în circuitul economic a unei cantități de 27 100 t fier/an și 25 600 t mangan/an, cu reducerea aferentă a importurilor.

III. Extinderea noului procedeu de valorificare siderurgică a inclus și un zăcămînt de mangan, cu conținut redus de fier, pus recent în evidență de I.P.E.G. Suceava. Zăcămîntul O i ț a d i n b a z i n u l V a t r a D o r n e i are un volum relativ redus de rezerve, confirmate în bilanț (sub 1 mil tone), cu conținut mediu informativ de: 22,98% Mn; 10,20% Fe și 29,78% SiO_2, fiind un amestec de circa 62% minereu primar (carbonați și silicați de mangan) și 38% minereu secundar (oxizi de mangan).

În perioada 1977—1978, minereul a fost supus la încercări de preparare, în fazele laborator și pilot, experimentînd un flux similar celui aplicat celorlalte minereuri de mangan din bazinul Vatra Dornei, flux care include și prăjirea magnetizantă. Rezultate mai bune au fost obținute de I.C.P.M.M.N. Baia Mare, prin prăjire într-un cuptor rotativ, dar care duce la consumuri mari de motorină.

În bazinul Vatra Dornei, minereurile primare de mangan sînt prelucrate prin prăjire magnetizantă în cuptoare verticale, procedeu scump

Tabelul 4

Încercările de aglomerare cu un adaos de 5% de preconcentrat magnetic uscat

Parametrii	
1. Materii prime :	
— minereu omogenizat, %	95
— preconcentrat magnetic din minereu de Răzoare, %	5
2. Adaos de aglomerare :	
— calcar, %	26,35
— dolomită, %	4,15
— cocs, %	6,62
3. Caracteristicile amestecului de aglomerare :	
— umiditate, %	8,13
— greutate volumetrică, kg/dm³	2,071
4. Regimul de aglomerare :	
— depresiune sub grătar :	
inițială, mm col. Hg	80
finală, mm col. Hg	27
— temperatura maximă sub grătar, °C	505
— viteza verticală de aglomerare, mm/min	21,53
5. Compoziția chimică a aglomeratului	
— Fe total, %	49,95
— FeO, %	10,03
— indice de bazicitate	1,78
6. Compoziția granulometrică :	
— fracția — 8 mm, %	31,17
— fracția + 30 mm, %	19,35
7. Rezistența mecanică la toba de aglomerare	
— fracția — 5 mm, %	20,0
— fracția — 8 mm, %	39,66
8. Indici tehnico-economici :	
— consum specific de cocs, kg/t agl.	79,17
— productivitate, kg/m².h	1 135,89
din care :	
Fe metalic, kg/m².h	567,37

poluant și cu consumuri importante de combustibil. De asemenea, se pierde fracțiunea măruntă de carbonați de mangan. Prelucrarea minereurilor oxidice sărace, împreună cu cea a haldelor, se face în instalația de separare electromagnetică de la Iacobeni, cu randamente destul de scăzute și în continuare prin prelucrarea chimică a produselor intermediare și de haldare, în vederea obținerii sulfatului de mangan și a carbonatului de mangan industrial, cu fluxul de prelucrare electrochimică la Uzina Firiza (bioxid de mangan, mangan metalic).

Pentru noul zăcămînt s-a preconizat găsirea unui procedeu mai simplu, mai ieftin, care să permită valorificarea lui cît mai completă. În anul 1980, ICEM a efectuat încercări, în fazele de laborator și pilot, pe două probe, conform celor două variante de calcul al rezervelor geologice :

V—1 21,95% Mn ; 11,72% Fe ; 31,31% SiO_2 ;

V—2 23,09% Mn ; 11,53% Fe ; 28,82% SiO_2.

Liniile de cercetare au fost orientate spre mai multe direcții.

1. Valorificarea directă a minereului de Oița (exploatat neselectiv), sfărîmat sub 10 mm, în proporția de circa 5%, în rețeta de aglomerare a C. S. Galați.

2. Îmbogățirea minereului sfărîmat sub 3 mm prin preconcentrarea magnetică uscată, în cîmp puternic (12 000 Oë) :

— proba I : 24,45 % Mn ; 11,95 % Fe ; 22,98% SiO_2 ; extracția de 56,9% în greutate și recuperare de 71,4% în mangan și 61,8% în fier ; se îndepărtează 41,7% din SiO_2 total ;

— proba II : 28,11% Mn ; 12,54% Fe ; 21,59% SiO_2 ; extracția de 60,3% în greutate și recuperare de 73,7% în mangan, 65,7% în fier ; reducerea cu 45,2% a SiO_2 total.

În ambele variante, preconcentratele satisfac prevederile actelor normative, cu privire la utilizarea lor în siderurgie (aglomerare).

3. Prăjirea minereului brut în instalațiile existente în bazinul Vatra Dornei, sfărîmare sub 10 mm și aglomerare.

4. În cazul unei exploatări selective : prăjirea carbonaților în cuptoarele verticale I. M. Vatra Dornei, sfărîmarea carbonaților prăjiți și a oxizilor sub 10 mm și introducerea lor în procesul de aglomerare.

5. Tot în cazul unei exploatări selective :

— prăjirea carbonaților în cuptoare verticale și sfărîmarea lor sub 10 mm ;

— sfărîmarea oxizilor sub 3 mm și preconcentrarea lor magnetică, în cîmp puternic ;

— utilizarea în aglomerare a carbonatului prăjit și sfărîmat și a preconcentratului magnetic.

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 2 urmată de varianta 1.

Rezultatele obținute la aglomerare în cadrul variantei 1 sînt redate în tabelul 5.

Din încercările efectuate rezultă că prin introducerea în amestecul de aglomerare a unui adaos de circa 5% minereu brut de Oița (deci cu mult peste posibilitatea practică de livrare a acestui tip de minereu, cu volum redus de rezerve), caracteristicile și parametrii de aglomerare se mențin la valori apropiate, față de încercările de referință, cu excepția conținutului de mangan, care crește proporțional cu cantitatea de adaos de minereu de Oița.

Dintre toate variantele, rezultatele tehnice cele mai bune au fost obținute în varianta 2, cu adaos de circa 5% preconcentrat de Oița (concasat la —3 mm) în rețeta șarjei de aglomerare (tab. 6).

Din datele tabelului 6 rezultă că în nici una din variantele aplicate, sub influența adaosului de preconcentrat de mangan de Oița, nu se modifică caracteristicile aglomeratului și parametrii de aglomerare.

Întrucît cercetările în faze superioare se vor desfășura, în continuare, după fluxurile variantelor 1 și 2 nu s-au mai redat rezultatele încercărilor din variantele 3 ; 4 și 5.

Din analizele economice comparative efectuate, considerînd o producție într-o primă

Tabelul 5

Caracteristicile medii ale încercărilor de aglomerare în patru variante (V—1 şi V—2, probe compuse în funcţie de variantele de aglomerare)

Parametrii	Şarja de referinţă	Varianta			
		V—1	V—2	V—1A	V—2A
1. Materia primă :					
— minereu omogenizat C. S. Galaţi, %	100	95	94,9	95	94,9
— minereu brut de mangan Oiţa (62% carbonaţi + 38% oxizi), %	—	5	5,1	5	5,1
2. Adaos de aglomerare :					
— calcar, %	26,22	27,29	27,18	27,25	27,32
— dolomită, %	4,00	4,47	4,53	4,48	4,41
— cocs, %	6,58	6,68	6,63	6,27	6,29
3. Caracteristicile amestecului :					
— umiditate, %	8,15	8,03	7,98	8,08	8,0
— greutate volumetrică, kg/dm³	2,05	1,72	1,74	1,75	1,75
4. Regimul de aglomerare :					
— depresiune sub grătar :					
iniţială, mm col. Hg	78	70,5	70,8	71,0	72
finală, mm col. Hg	28	22	20	21,5	21
— temperatura maximă sub grătar, °C	520	507	495	510	520
— viteza verticală de aglomerare, mm/min	21,83	21,34	21,20	22,40	23,50
5. Compoziţia chimică a aglomeratului :					
— Fe total, %	50,25	49,02	49,32	49,11	49,31
— FeO, %	10,20	9,57	9,53	9,11	9,22
— Mn total, %	—	1,72	1,87	1,78	1,88
— indice de bazicitate	1,79	1,79	1,80	1,79	1,80
6. Compoziţia granulometrică a aglomeratului :					
— fracţia — 8 mm, %	32,23	32,98	32,66	33,60	32,00
— fracţia + 30 mm, %	17,57	15,58	15,66	17,60	16,66
7. Rezistenţa mecanică la tobă a aglomeratului :					
— fracţia —5 mm, %	19,06	16,46	16,66	17,00	17,33
— fracţia — 8 mm, %	40,93	36,19	37,16	36,30	36,00
8. Indicii tehnico-economici ai aglomerării :					
— consum specific de cocs, kg/t agl.	78,47	80,52	80,11	77,03	76,17
— productivitate, kg/m².h	1 138,28	1 115,25	1 119,72	1 214,70	1 223,70
din care :					
Fe metalic, kg/m².h	571,99	546,7	552,25	596,54	603,41

etapă de 50 000 t/an, cu preţurile de exploatare şi sfărîmare E.M. Vatra Dornei (1979), cu preţurile de livrare catalogate şi ţinînd cont de prevederile actelor normative şi caietelor de sarcini, rezultă că, în varianta 2, se pot realiza beneficii şi în sectorul minier, produsul preconcentrat avînd un preţ de livrare superior costurilor de exploatare-preparare. În celelalte variante rezultă pierderi în sectorul minier, mai reduse în varianta 1. În varianta optimă (2) se introduc în circuitul economic 8 200 t mangan/an şi 3 500 t fier/an (cu un beneficiu în sectorul minier de 4,5—6,9 mil. lei/an) şi cu reducerile aferente de importuri.

Pentru anul 1981 sînt prevăzute cercetări în continuare în faza semiindustrială (pe o probă reprezentativă de 1 000—2 000 t), la Combinatul siderurgic Galaţi, în varianta 1 şi în paralel, încercări macropilot privind definitivarea parametrilor de preconcentrare magnetică uscată la I.M.R. Merişani (varianta 2).

Noua tehnologie de cercetare a permis valorificarea unor zăcăminte sărace de fier şi mangan, în condiţii tehnice superioare faţă de prepararea mecanică şi/sau hidrometalurgică.

În prezentul articol nu am avut posibilitatea expunerii analizelor economice, care au însoţit studiile noastre, incluzînd variante de preţuri unitare de cost în sectorul minier, costurile de aglomerare ale Combinatului siderurgic Galaţi, preţurile de livrare, precum şi analize ale indicatorului sintetic de eficienţă economică şi ale cursurilor de revenire.

Ceea ce se desprinde clar din aceste analize este că noua tehnologie, asigurînd o valorificare mult mai completă şi complexă a zăcămintelor Delniţa, Răzoare şi Oiţa-Colacu, la un preţ de preparare mult mai scăzut, prin eliminarea unor operaţii costisitoare în sectorul minier (prăjire, prelucrare hidrometalurgică ş.a.) a permis clasificarea în bilanţ a unor rezerve geologice, în condiţii economice incomparabil mai favorabile faţă de valorificarea în baza vechilor tehnologii de preparare, ceea ce justifică extinderea noii tehnologii şi la alte zăcăminte sărace de Fe—Mn sau greu preparabile.

Tabelul 6

Rezultate obținute cu adaos de 5% preconcentrat de Oița în rețeta șarjei de aglomerare

Parametrii	V–1	V–2	V–1A	V–2A
1. Materia primă :				
— minereu omogenizat C. S. Galați, %	95,0	94,8	94,9	94,95
— preconcentrat minereu de mangan Oița (concasat la — 3 mm),	5,0	5,2	5,1	5,05
2. Adaos de aglomerare				
— calcar, %	27,29	27,32	27,12	27,05
— dolomit, %	4,47	4,53	4,39	4,37
— cocs, %	6,59	6,53	6,37	6,34
3. Caracteristicile amestecului :				
— umiditate, %	8	7,95	7,98	8,05
— greutate volumetrică, kg/dm³	17,33	1,75	1,71	1,79
4. Regimul de aglomerare :				
— depresiune sub grătar :				
inițială, mm col. Hg	72,5	73,4	75,2	74,9
finală, mm col. Hg	21,5	22,0	22,5	22,0
— temperatura maximă sub grătar, °C	476	495	505	505
— viteza verticală de aglomerare, mm/min	21,83	21,96	22,87	22,93
5. Compoziția chimică a aglomeratului :				
— Fe total, %	49,80	49,95	49,77	49,88
— FeO, %	9,66	9,68	9,65	9,73
— Mn total, %	1,84	1,93	1,87	1,98
— indice de bazicitate	1,78	1,77	1,79	1,79
6. Compoziția granulometrică a aglomeratului :				
— fracția — 8 mm, %	33,24	34,33	35,33	34 66
— fracția + 30 mm, %	15,22	15,66	16,33	15,65
7. Rezistența mecanică la tobă a aglomeratului :				
— fracția — 5 mm, %	17,66	17,66	16,33	17,66
— fracția — 8 mm, %	37,66	36,66	37,66	36,66
8. Indicii tehnico-economici ai aglomeratului :				
— consum specific de cocs, kg/t agl.	79,49	73,35	72,17	72,05
— productivitate, kg/m².h	1 141,27	1 144,2	1 233,5	1 239,6
din care :				
— Fe metalic, kg/m².h	568,35	571,53	613,91	618,31

Astfel, pe lîngă continuarea cercetărilor în faze superioare :

— industrială, pentru zăcămintele Răzoare — Tg. Lăpuș și Oița — Vatra Dornei ;

— pilot, pentru zăcămîntul de fier Bănia-Vîrșeț, cu bune rezultate de cercetare, în faza de laborator (an 1980), au fost selectate pentru experimentarea noii tehnologii, mai multe zăcăminte sărace în fier și mangan sau greu preparabile, propunîndu-se pentru etapa 1981—1985 :

— zăcămîntul cu minereu de fier-argilos : Moneasa-Vașcău (explorare — I.P.E.G. Hunedoara) ;

— zăcămîntul de minereu de fier Iulia (explorare — I.F.L.G.S.) ;

— hornblenditele de la Ditrău (explorare I.P.E.G. Harghita) ș.a.

De asemenea, s-a propus extinderea acestei tehnologii și asupra unor zăcăminte de fier și mangan cu fluxuri tehnologice scumpe sau cu consumuri energetice mari :

— zăcămintele de fier din Poiana Ruscă (Pîrîul cu Raci, Ghelar, Teliuc) ;

— zăcămintele de mangan din bazinul Vatra Dornei, în vederea valorificării mai complete și a reducerii consumurilor energetice pentru minereul de carbonați, precum și pentru îmbunătățirea actualului flux de prelucrare a minereurilor oxidice sărace.

BIBLIOGRAFIE

[1] Arafa, M. *Spălarea minereurilor de fier.* Erzmetall vol. 33, nr. 7—8, 1980, p. 387—390.

[2] Astahov, A. G. ș.a. Spravocinik aglomeratcika, Kiev, 1964.

[3] Bazilevici, S. V., Vegman, E. F. *Aglomerația.* Iz. Metallurghia, Moskva, 1967.

[4] Borduz, L., Borduz, N. *Posibilități de valorificare complexă a unui zăcămînt de mangan.* Comunicări tehnico-științifice, I.C.P.M.M.N. Baia Mare, vol. XVI, 1976—1977.

[5] Decks, G. W. *Cerințele pieții mondiale și resursele de minereuri și metale.* The canadian mining and metallurgical bulletin, vol. 73, nr. 824, dec. 1980, p.61—62.

[6] Grison, G. *Douăzeci de ani de cercetări în cadrul Comisiei Comunităților Europene la minele de fier.* Industrie Minérale, vol. 62, nr. 11, 1980, p. 708—720.

[7] Kolm, H., Oberteufer, I., Keelan, D. *High gradient magnetic separation.* Scientific American, nov., 1975.

[8] Minet, P. *Instalații de prăjire a minereurilor.* Industrie Minérale. Les Techniques, dec. 1980, p. 604—612.

[9] Parfenov, A. M. *Osnovoaglomerații jeleznih rud.* Metallurghizdat, Moskva, 1961.

[10] Polkin, S. I. *Prepararea minereurilor* (traducere). Ed. tehnică, București, 1956.

[11] Ramdohr, P. *Die Erzmineralien und ihre Venwachsungen.* Akademie Verlag. Berlin, 1961.

[12] Wenz, L., Zabel, W. H. *Prepararea minereurilor de fier slab magnetice prin separare magnetică umedă în cimp puternic.* Aufbereitungs Technik, nr. 3, 1973.

Cercetări de preparare mecanică a şisturilor bituminoase de la Anina

Ing. **I. Văcaru**, ing. **L. Vlad**, geol. **D. Aneseu** — I.M.E.S.B. Anina;
ing. **M. Baeu** I.C.P.M.C. — Petroşani şi studenta **E. Văcaru** — I.M. Petroşani

Generalităţi

Valorificarea şisturilor bituminoase din zăcămîntul Anina, drept combustibil în termocentrală, a ridicat probleme deosebite pentru proiectarea cazanelor şi dimensionarea utilajelor de deservire aferente. În vederea soluţionării acestora s-au executat numeroase încercări pe diferite loturi de şist bituminos, la termocentralele Ovidiu, Doiceşti, Rogojelu şi Turceni, urmărindu-se parametrii de ardere şi de măcinare ai combustibilului.

Una din problemele principale ridicate de utilizarea şisturilor bituminoase drept combustibil este uzura produsă în morile-ventilator în cursul măcinării şi în cazane, ceea ce conduce la reducerea timpului de funcţionare a utilajului şi la un consum ridicat de metal prin înlocuirea frecventă a ciocanelor şi conductelor.

Pentru înlăturarea acestui neajuns s-au executat cercetări petrografice şi mineralogice asupra şistului bituminos, determinîndu-se elementele care produc cele mai mari uzuri la măcinare, şi s-au căutat căile de evacuare a lor din masa de şisturi.

În anul 1976 s-au executat încercări de măcinare şi ardere în Termocentrala Doiceşti asupra unor loturi de şist bituminos, sortat la diferite clase granulometrice, în vederea stabilirii sortului optim care să asigure cele mai mici uzuri în mori cu cheltuieli minime de sortare.

Caracteristicile principale ale zăcămîntului

Zăcămîntul de şist de la Anina se prezintă stratiform, cu grosimea de 20 pînă la 100 m, înclinarea de 50—70°, conţinînd în masă numeroase intercalaţii neregulate de siderite, gresii, porfire şi cărbune. Siderita şi cărbunele se găsesc, pe lîngă intercalaţii individualizate, şi fin diseminate în masa şistului.

Din punct de vedere mineralogic, şisturile din bazinul Anina se caracterizează astfel:

— caolinit, 46—49%;
— sericit, 12—13%;
— cuarţ, 11—13%;
— siderit, 7—9%;
— alte minerale 3—4%;
— substanţă organică, 15—25%.

Aceste minerale se prezintă în fragmente cu dimensiuni sub 30 μm, cu un grad foarte avansat de asociere.

Fenomenele de concreţionare au dus la formarea unor aglomerări în care predomină siderita, rezultînd intercalaţii neregulate, sferoidale sau lenticulare, cu un conţinut de Fe_2O_3 între 27 şi 40%. Aceste concreţiuni de siderită, raportate la masa totală a zăcămîntului, reprezintă circa 5%. Gresiile din intercalaţii reprezintă concentrări ale silicei libere pînă la 70—80% care, în acest caz, se prezintă sub formă de granule de dimensiuni milimetrice.

Tehnologia de exploatare a şistului în carieră, utilizînd excavatoare de mare capacitate, conduce la imposibilitatea tăierii selective care concură implicit la o impurificare a şistului cu fragmente de rocă din acoperiş (marno-calcare şi calcare). Din observaţii directe şi analize fizico-mecanice de laborator, rezultă că rocile sterile, comparativ cu şistul, prezintă rezistenţă mecanică mare (tab. 1), fapt ce determină ca acestea să se găsească în şistul derocat în fragmente mari.

Tabelul 1

Denumirea rocii	Rezistenţa la compresiune, kgf/cm²	Rezistenţa la sfărîmare prin şoc, %	Rezistenţa la şoc mecanic, k da NR^m/cm^3	Caracterizarea rocii
Şist bituminos	46—110	56—62,6	—	rocă slabă
Calcar marnos	306—1248	—	65	roci semistîncoase şi stîncoase
Gresii	332—448	—	18—30	roci de tărie medie
Siderită	336—592	—	2—11	roci semistîncoase

Analiza granulometrică a probelor din zăcămînt, recoltate prin diferite metode (depilare manuală, mecanic, cu explozii etc.), scoate în evidenţă un grad avansat de mărunţire a şistului (tab. 2).

Analizele chimice executate asupra diferitelor sorturi indică o creştere progresivă a conţinutului de siderită şi siliciu, concomitent cu reducerea puterii calorice şi creşterea granulaţiei.

Datorită caracteristicilor fizico-mecanice şi a compoziţiei mineralogice diferite a intercalaţiilor sterile faţă de şistul propriu-zis, s-a tras concluzia că cea mai mare parte a uzurilor produse instalaţiilor de măcinare a combustibilului se datoresc fragmentelor de roci sterile. De aici se impune studierea şi găsirea unor căi de separare a rocilor sterile prin tehnologie de mare productivitate şi cheltuieli reduse.

Tabelul 2

Clasa granulometrică, mm	Trecere cumulat, %
0—10	59—62
0—25	75—80
0—50	80—85
0—75	85—90
0—100	90—91
0—150	92—94
0—200	94—96

Direcţii de cercetare

În scopul îmbunătăţirii calităţii şistului prin separarea sideritelor şi sterilelor, cît şi al concentrării sideritei pentru a putea fi utilizată în siderurgie, s-au executat cercetări de laborator şi semiindustrial.

Cercetările de laborator efectuate prin zeţaj şi cu medii dense au condus la unele rezultate interesante. Prin separarea în mediu dens s-a obţinut, spre exemplu, un produs energetic cu putere calorică inferioară mai ridicată, faţă de calitatea iniţială, cu circa 100 kcal/kg şi un sort greu ce reprezintă circa 11% din masa totală iniţială, cu o putere calorică de circa 300 kcal/kg şi un conţinut de siderită de 32%.

La un calcul estimativ procedeul aplicat industrial nu este fezabil din cauză că producţia mare de şist, de 12—14 mil tone pe an, cere o investiţie mare în procesul de preparare, cu cheltuieli ridicate de producţie, creşterea calitativă a sortului energetic nu justifică eforturile financiare şi, mai ales, că acesta nu poate fi utilizat la ardere în termocentrală, fără o preuscare. Sortul greu sideritic, în cazul că ar prezenta interes siderurgic, ar mai putea prelua o parte din costurile de preparare.

Cercetarea de valorificare în siderurgie a acestui sort nu s-a executat, cantităţile obţinute în faza de laborator fiind mici.

Încercările de preparare prin zeţaj au condus, de la primele probe, la rezultate nesatisfăcătoare, atît cu privire la creşterea calităţii produsului energetic, cît şi la concentrarea sideritei, reprezentînd 2 pînă la 10% din cantitatea supusă preparării, cu un conţinut în fier de 12—14%.

Cunoscînd că şistul este friabil şi se mărunţeşte prin depilare mecanică, iar sideritele concrescute şi sterilele rămîn în fragmente mari, s-a hotărît sortarea. Pentru a se stabili clasa granulometrică optimă, s-a hotărît să se probeze trei clase granulometrice: —300; —200; —100 mm, în loturi de 2 000 t, care să fie măcinate şi arse în cazanul nr. 2 de la Termocentrala Doiceşti.

Ramura minieră a urmărit, în comun cu celelalte ministere, calitatea şistului „in situ", brut, trecerea şi refuzul. Refuzul a fost analizat sub aspectul cantitativ şi calitativ urmărind: şistul, siderita, sterilul. Rezultatele obţinute se dau în tabelul 3.

Din analiza cantitativă şi calitativă a celor trei sorturi granulometrice se poate constata că, prin sortare, calitatea şistului nu se îmbunătăţeşte, numai că s-a îndepărtat parţial side-

Tabelul 3

Specificaţie		Cantitate			Analiza cantitativă a claselor					
		Tone	% clasa	% cum.	W_t, %	A^{anh}, %	Fe_2O_3, %	Al_2O_3, %	Q_i^t	P.C., %
CLASA 0—300 mm	IN SITU	—	—	—	8,3	73,7	6,25	21,69	1 215	27,04
	BRUT	2 091	100	100	8,9	74,5	6,30	25,26	1 105	25,48
	TRECERE—300	2 040	97,5	97,5	9,7	74,7	6,62	23,47	1 135	26,32
	REFUZ +300	51	2,5	100	5,7	74,4	38,50	12,32	490	26,32
CLASA 0—200 mm	IN SITU	—	—	—	6,8	72,5	6,14	24,24	1 380	27,98
	BRUT	2 104	100	100	10,5	73,5	7,67	22,46	1 155	26,67
	TRECERE—300	2 020	96	96	12,5	75,5	5,74	23,23	1 050	25,34
	REFUZ +200	83	4	100	10,3	74,5	23,92	18,13	700	25,80
CLASA 0—100 mm	IN SITU	—	—	—	8,8	72,5	6,55	23,74	1 275	28,60
	BRUT	1 317	100	100	17,0	73,4	5,79	25,01	1 125	27,41
	TRECERE—100	1 200	91,3	91,3	16,6	74,3	5,71	25,26	1 140	26,64
	REFUZ +100	117	8,7	100	18,7	75,7	12,18	22,72	915	25,10

rita și sterilele intercalate sau provenite prin procesul tehnologic de exploatare.

Cu scăderea clasei granulometrice, cantitatea de siderită din refuz crește nesemnificativ (2% la clasa granulometrică — 100 mm), în schimb șistul în refuz crește rapid (atingînd valori de peste 8%), conducînd la pierderi de producție și cheltuieli de exploatare suplimentare.

În cele ce urmează se pune și problema stabilirii clasei optime de sortare.

În scopul obținerii de informații cît mai complete cu privire la comportarea la măcinare a șistului din bazinul Anina, s-a convenit, de ministerele interesate, ca paralel cu instalația de măcinare a șistului să se cerceteze, pe o altă moară, și lignitul din bazinul Muntenia.

Pentru fiecare clasă granulometrică de șist cît și pentru lignit s-a urmărit:

— cantitatea măcinată;

— timpul efectiv de funcționare;

— pierderea în greutate a ciocanelor pentru fiecare set de ciocane și clasă granulometrică;

— duritatea setului de ciocane în unități Brinell;

— consumul de energie electrică;

— debitul maxim al morii;

— analiza granulometrică a șistului brut, după concasare și măcinare.

Cele două mori au fost echipate cu ciocane din fontă aliată tip FAIER fabricate de „Energoreparații". Înainte de montaj, după o prealabilă curățire de zgură și de nisip de turnătorie, ciocanele au fost cîntărite, fiecare în parte, li s-a determinat duritatea cu ciocanul „POLDI", prin sondaj, și așezate pe arborele morii, după o schemă bine cunoscută.

Datele obținute direct și prin calcule sînt prezentate în tabelele 4—5 și graficul din figura 1.

Față de lignit, debitul morilor pe șist poate să crească de peste trei ori, iar energia specifică consumată să scadă de circa două ori. Constatarea are o importanță practică și economică deosebită: numărul morilor ce echipează un cazan pe șisturi trebuie să fie de pînă la trei ori mai mic, comparativ cu cel pe lignit, conducînd la reducerea investiției și a consumului de energie electrică la măcinare.

Creșterea debitului morii la măcinarea șistului are bază teoretică și se explică pornind de la faptul că ambele mori (pe lignit și șist) s-au încărcat pînă la debitul maxim posibil.

S-a constatat că la curent absorbit egal ($I_L = I_s$) morile pe lignit și șist au realizat debite de 11 t/h, respectiv 30—34 t/h, știut fiind faptul că la un motor electric sincron, în formula puterii la încărcare, variază numai intensitatea, iar restul de parametri rămîn constanți. Se poate spune că în aceste condiții puterile se păstrează egale.

Pentru acționarea morii este nevoie de o putere:

$$N = k \cdot e \cdot q, \text{ kW} \qquad (1)$$

care ține cont de gradul de sfărîmare e, debitul q și un coeficient k determinat de natura substanței.

Aceeași relație poate fi exprimată și în parametrii electrici ca fiind:

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi, \text{ kW} \qquad (2)$$

Egalînd cele două relații și efectuînd operațiile necesare rezultă:

$$I = \frac{k \cdot e \cdot q}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi)}, \text{ A} \qquad (3)$$

Gradul de sfărîmare e, ce reprezintă raportul dintre diametrul mediu al granulelor de combustibil la intrare și ieșire din moară, se exprimă, ca fiind:

$$e = \frac{D_m}{d_m} \qquad (4)$$

Dacă considerăm coeficientul k, ce are valoarea cuprinsă între 0,1 și 0,15, relativ egal pentru cei doi combustibili (șist și lignit), știut fiind că prin construcție parametrii electrici sînt egali și constanți, notînd acești parametrii cu:

$$K = \frac{k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \qquad (5)$$

și înlocuind pe e cu valoarea sa, relația (3) devine:

$$I = K \frac{D_m}{d_m} q, \text{ A} \qquad (6)$$

Curentul absorbit din rețea ($I_L = I_s$) de cele două mori (cu funcționare pe șist și pe lignit) fiind egal, relația (6) poate fi scrisă:

$$K = \frac{D_{ms}}{d_{ms}} q_s = K \frac{D_{ms}}{d_{ms}} q_L \qquad (7)$$

Efectuîndu-se operațiile necesare, rezultă că debitul morii ce funcționează pe șist este o funcție de:

$$q_{s1} = \frac{D_{mL} \cdot d_{ms}}{D_{ms} \cdot d_{mL}} q_L, \quad \text{m}^3/\text{h} \qquad (8)$$

Din relația (8) rezultă că la același consum de energie, moara cu funcționare pe șist poate

Tabelul 4

Parametrii pentru determinarea energiei specifice la morile M_2C_2 și M_4C_2 de la C.T.E. Doicești

Denumirea combustibilului și etapa de urmărire		Lectura contorului				Energia consumată, kWh		Cantitatea, Q, t		Timpul, h		Debit moară, t/h		Energie specifică kWh/t	
		Oprire, L_o	Pornire, L_i	Diferența											
				etapa	cumulat	etapa	cumulat	etapa	cumulat	etapa	cumulat	etapa	comulat	etapa	cumulat
LIGNIT	ETAPA I	41 120,6	—					935	—	84,83	—	11,00	—	—	—
	ETAPA II	41 362,9	41 120,6	242,3	242,3	11 630,4	11 630,4	891	891	81,00	81,00	11,00	11,00	13,00	13,00
	ETAPA III	41 566,6	41 362,9	203,7	446,9	9 777,6	21 408,0	759	1650	69,00	150,00	10,65	10,85	12,90	13,00
	ETAPA IV	41 994,0	41 566,6	427,4	874,3	20 515,2	41 923,2	1562	3212	142,00	292,00	11,20	11,00	13,10	13,00
	ETAPA V	42 558,0	41 994,0	564,0	1438,3	27 072,0	68 995,2	1936	5148	176,00	468,00	11,00	11,00	14,00	13,40
	ETAPA VI	43 075,0	42 558,0	517,0	1955,3	24 816,0	93 811,2	1617	6765	147,00	615,00	11,00	11,00	15,40	13,80
SIST 0—300	ETAPA a	30 771,7						620	—	31,00	—	200	—	—	—
	ETAPA b	30 867,4	30 771,7	95,7	95,7	4 593,6	4 593,6	910	910	26,00	26,00	34,45	34,45	5,05	5,05
	ETAPA c	30 909,2	30 867,4	41,8	137,5	2 006,4	6 600,0	315	1025	11,50	37,5	27,4	27,40	6,75	6,45
SIST 0—200	ETAPA 1							209	—	8,50		24,5	—	—	—
	ETAPA 2	31 242,3						660	—	34,00	—	19,4	—	—	—
	ETAPA 3	31 275,2	31 242,3	32,9	32,9	1 579,2	1 579,2	207	207	9,08	9,08	23,00	23,00	7,60	7,60
	ETAPA 4	31 319,1	31 275,2	43,9	76,8	2 107,2	3 686,4	313	520	13,50	22,58	23,20	23,00	6,95	7,00
	ETAPA 5	31 362,0	31 319,1	42,9	119,7	2 059,2	5 745,6	364	884	14,00	36,58	26,80	24,00	5,72	6,49
	ETAPA 6	31 398,4	31 362,0	36,4	156,1	1 747,2	7 492,8	260	1144	20,50	57,08	12,60	20,00	6,72	6,49
SIST 0—100	ETAPA 1′	33 637,0	33 601,0	36,0	36,0	1 730,0	1 730,0	262,4	262,4	14,50	14,50	18,00	18,00	6,59	6,59
	ETAPA 2′	33 678,8	33 637.0	41,0	77,6	1 960,0	3 690,0	282,0	544,4	17,25	31,75	16,30	17,10	6,95	6,75
	ETAPA 3′	33 728,8	33 678,0	50,8	127,8	2 438,4	6 128,4	269,4	813,8	25,42	57,12	10,60	14,20	9,51	7,54
	ETAPA 4′	33 789,0	33 728,8	60,2	188,0	2 889,6	9 018,0	284,6	1098,4	38,50	95,67	7,40	11,50	11,53	8,21

Tabelul 5

Parametrii de determinare a uzurilor la morile M_2C_2 și M_4C_2 de la C.T.E. Doicești

Denumirea combustibilului și etapa de cîntărire		Greutatea totală a ciocanelor, g				Cantitatea, Q, t		Uzura specifică, g, g/t	
		G_0, g	G_i, g	Diferență, g					
				etapa	cumulat	etapa	cumulat	etapa	cumulat
LIGNIT	INIȚIAL	395,070	—	—	—	—	—	—	—
	ETAPA I	395,070	386,460	8 610	8 610	935	935	9,25	9,22
	ETAPA II	386,460	376,030	10 430	18 040	891	1 826	11,70	9,86
	ETAPA III	376,030	368,120	7 910	26 950	759	2 585	10,48	10,40
	ETAPA IV	368,120	347,310	20 810	47 760	1 562	4 147	13,37	11,50
	ETAPA V	347,310	312,840	34 470	82 230	1 936	6 083	17,82	13,50
	ETAPA VI	312,840	261,265	51 575	133 805	1 617	7 700	32,00	17,35
SIST 0—300	INIȚIAL	386,158	—	—	—	—	—	—	—
	ETAPA a	386,158	378,960	7 198	7 198	620	620	11,60	11,60
	ETAPA b	378,960	365,820	13 140	20 338	910	1 530	14,30	13,25
	ETAPA c	365,820	356,880	8 940	29 278	315	1 845	28,25	15,70
SIST 0—200	INIȚIAL	394,860	—	—	—	—	—	—	—
	ETAPA 1	394,860	391,745	3 115	3 115	209	209	15,00	15,00
	ETAPA 2	391,745	386,860	4 885	8 000	660	869	7,37	9,20
	ETAPA 3	386,860	384,935	1 925	9 925	207	1 076	9,29	9,25
	ETAPA 4	384,935	381,905	3 030	12 955	313	1 389	9,65	9,32
	ETAP 5	381,905	378,490	3 415	16 370	364	1 753	9,40	9,35
	ETAPA 6	378,490	376 165	2 325	18 625	260	2 013	8,95	9,25
SIST 0—100	INIȚIAL	400,680	—	—	—	—	—	—	—
	ETAPA 1′	400,680	397,645	3 035	3 035	262,4	262,4	11,50	11,56
	ETAPA 2′	397,645	395,895	1 750	4 785	282,0	544,4	6,21	8,78
	ETAPA 3′	395,895	394,030	1 865	6 650	269,4	813,8	6,92	8,15
	ETAPA 4′	394,030	391,985	2 045	8 695	284,6	1098,4	7,19	7,91

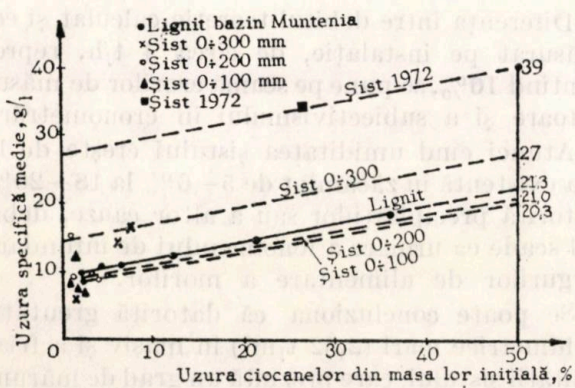


Fig. 1. Uzura specifică medie la măcinarea în mori cu ciocane a șisturilor de Anina și a lignitului din bazinul Muntenia

atinge debite mult mai mari decît cea cu funcționare pe lignit dacă $D_{ms} < D_{mL}$ și $d_{mL} > d_{ms}$.

Pentru stabilirea diametrelor medii s-au făcut clasări granulometrice înainte și după măcinare, atît pentru șist, cît și pentru lignit (tab. 6), în baza cărora s-au calculat diametrele medii cu relația:

$$D_m = \frac{\sum_1^i D_i \cdot C_i}{\sum_1^i C_i}, \text{ mm} \qquad (9)$$

unde:

D_i este dimensiunea claselor granulometrice analizate;

C_1 — cantitatea procentuală a trecerii.

Tabelul 6

Tip combustibil	Alimentare moară			Evacuare moară		
	D, mm	εC, %	$\varepsilon D_1 C_1$	d, mm	εC_1, %	$\varepsilon d_1 C_1$
SIST LIGNIT	80—100	0,83	83,00	—	—	—
	50—80	26,03	2082,40	1—1,5	0,1	0,15
	30—50	19,10	955,00	0,5—1	0,2	0,20
	10—30	26,40	78,00	0,2—0,5	7,2	8,62
	5—10	5,54	55,00	0,09—1,2	49,1	9,82
	5	22,10	110,50	—0,09	33,4	3,00
	D_{mL} 33,635	100,0	3363,90	d_{mL} = 0,2179	100	21,79
SIST	80—100	0,6	60,00	—	—	—
	50—80	3,1	248,00	1,0—1,5	0,9	1,35
	30—50	6,9	345,00	0,5—1,0	3,5	3,30
	10—30	27,7	831,00	0,2—0,5	14,5	7,25
	5—10	11,7	117,00	0,09—0,2	15,2	3,14
	5	50,0	250,00	—0,09	66,1	5,95
	D_{ms} = 18,51	100,0	1851,00	d_{ms} = 0,2099	100,0	20,99

Debitul morilor mai creşte şi în funcţie de greutatea volumetrică a materialului măcinat:

$$q_{s2} = \frac{\gamma_s}{\gamma_L} \cdot q_L, \quad \text{m}^3/\text{h} \qquad (10)$$

Din cele prezentate rezultă că debitul total este o sumă de q_{s1} şi q_{s2}.

Înlocuind valorile şi efectuînd operaţiile necesare rezultă:

$$Q = \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_L} + \frac{D_{mL} \cdot d_{ms}}{D_{ms} \cdot d_{mL}} \right) q_L, \quad \text{m}^3/\text{h} \qquad (11)$$

unde:

γ_s reprezintă greutatea volumetrică a
— şistului afînat, t/m³;

γ_L — greutatea volumetrică a lignitului afînat, t/m³;

D_{mL}, D_{ms} — diametrul mediu al particulei de lignit şi şist ce se introduc în moară, mm;

d_{ms} şi d_{mL} — diametrul mediu al particulelor de lignit şi şist ce ies din moară.

Din relaţia (11) se poate deduce că debitul morilor creşte direct proporţional cu raportul dintre greutăţile volumetrice ($\gamma_s : \gamma_L$), a diametrelor medii de intrare ($D_{mL} : D_{ms}$) şi a celor de ieşire ($d_{ms} : d_{mL}$).

Cum diametrul mediu de ieşire este un parametru impus de condiţiile procesului de ardere, se poate acţiona numai asupra raportului dintre diametrele medii de intrare în moară prin concasare.

Debitul morilor cu funcţionare pe şist se poate calcula teoretic ca fiind:

$$Q = \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_L} + \frac{D_{mL} \cdot d_{ms}}{D_{ms} \cdot d_{mL}} \right) q_L =$$

$$= \left(\frac{1,93}{1,09} + \frac{33,64 \cdot 0,209}{18,51 \cdot 0,218} \right) 11 = 38,6 \text{ t/h}$$

Diferenţa între debitul teoretic calculat şi cel măsurat pe instalaţie, de circa 4 t/h, reprezentînd 10%, se pune pe seama erorilor de măsurătoare şi a subiectivismului în cronometrări.

Atunci cînd umiditatea şistului creşte de la cea existentă în zăcămînt de 5—6% la 18—20% datorită precipitaţiilor sau a altor cauze, debitul scade ca urmare a fenomenului de înfundare a gurilor de alimentare a morilor.

Se poate concluziona că datorită greutăţii volumetrice mari (2,32 t/m³) în masiv şi a friabilităţii şistului, care prezintă un grad de mărunţire naturală, debitul morilor creşte la măcinarea şistului de 3 pînă la 3,5 ori faţă de morile de acelaşi tip ce macină lignit.

Cazanele de 1 035 t/h de la Turceni și Rogojelu sînt echipate cu mori DGS—100, care realizează maximum 70 t/h lignit măcinat. Aplicînd relația (11), rezultă că acestea pot atinge debite de pînă la 245 t/h, deservind termocentrala cu funcționarea pe șist cu un număr de mori de circa trei ori mai mic decît pe lignit.

Stabilirea sortului optim

La stabilirea sortului optim ce trebuie livrat la termocentrală, trebuie să se țină cont ca cheltuielile de producție cu măcinarea și sortarea șistului să fie minime.

Analiza cheltuielilor efectuate este sintetizată și prezentată în tabelul 7 și figura 2.

Tabelul 7

Sort, mm	Cheltuieli cu refuzul, lei/1 000 t	Cheltuieli cu uzura, lei/1 000 t	Total cheltuieli, lei/brut
0—300	118	417	535
0—200	198	254	452
0—100	357	235	592

Se poate afirma, în stadiul actual al cercetărilor, că sortul optim, care dă minimum de cheltuieli, este de 200 mm, în cazul clasării pe ciururi fixe sau mobile. Reducerea clasei granulometrice sub 200 mm conduce la ridicarea costurilor de producție în sectorul minier prin pierderea de șist în refuz (C_1, fig. 2), fără a se obține o reducere apreciabilă a uzurilor în instalațiile de măcinare.

Prin procedeul de clasare aplicat au fost separate sideritele dure, care nu s-au sfărîmat

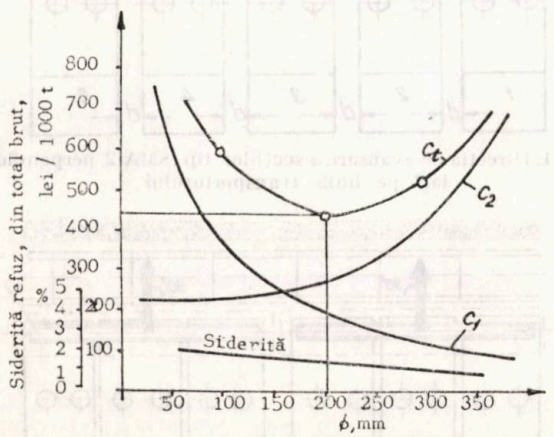


Fig. 2. Stabilirea clasei optime de sortare în funcție de cheltuielile cu sortarea și măcinarea șisturilor din bazinul Anina: C_1—cheltuieli produse de pierderile de șist în refuz prin sortare; C_2—cheltuieli produse de uzura ciocanelor la măcinarea șistului; $C_t = f(C_1, C_2)$.

prin depilarea mecanică sub clasa — 100 mm. În scopul eliminării unei cantități cît mai mari de siderite din șistul energetic, este nevoie ca clasa granulometrică să coboare fără pierderi de șist în refuz. Această tehnologie la noi în țară nu s-a aplicat. În cadrul Intreprinderii miniere pentru exploatarea șisturilor bituminoase de la Anina, în colaborare cu institute de specialitate, s-a proiectat o instalație de măcinare selectivă bazată pe faptul că șistul fiind friabil se macină mai ușor decît sideritele, gresiile, calcarele și porfirele provenite din zăcămîntul de șist și din descopertă.

Instalația se experimentează în cariera de șisturi bituminoase, iar datele obținute vor sta la baza îmbunătățirii utilajului și a tehnologiei.

Concluzii

● Șisturile bituminoase din bazinul Anina sînt un combustibil cu putere calorică redusă (media 940 kcal/kg), ce provine de la masa organică de circa 25%, formată din hidrocarburi grele și carbon, masa minieră fiind impregnată și cu carbonat de fier și silicie liberă, dîndu-i o greutate volumetrică mare (2,32 t/m³). Poate fi utilizat ca combustibil pentru cazane special construite sau pentru obținerea uleiului de șist, cu condiția ca energia rămasă în reziduul de pirogenare să fie folosită ulterior.

● Creșterea umidității la valori de 18—20% duce la înfundarea instalațiilor de concasare și alimentarea morilor-ventilator. Cunoscînd că depozitul de combustibil este deschis, iar precipitațiile anuale medii sînt de peste 1 000 l/m², la proiectarea instalațiilor trebuie să se țină cont de acest fenomen.

● Măcinarea celor trei sorturi de șist a condus la stabilirea sortului optim, care dă în procesele de sortare și măcinare minimum de cheltuieli. Prin clasarea pe ciururi, sortul optim este —200 mm. La acesta uzurile ciocanelor morilor sînt comparabile cu cele produse de lignitul din bazinul Muntenia: 21,3 g/t la lignit și 21,0 g/t la șist și sînt cu 25—45% mai reduse decît cele produse de șistul brut care au stat la baza proiectării cazanului de 520 t/h, destinat arderii șisturilor bituminoase.

● La aceeași încărcare ($I_L = I_s$) a morilor cu funcționare pe lignit și șist, debitul morii cu funcționare pe șist la același curent absorbit I_s este mai mare de peste trei ori. Creșterea se datorește greutății volumetrice mai mari la șist, a gradului de mărunțire naturală și a friabilității șistului. Fenomenul are importanță practică deosebită de care trebuie să se țină cont la alegerea morilor-ventilator.

● Friabilitatea mare a șisturilor conduce la un consum specific de energie redus la măcinare, fiind de circa două ori mai mică decît cel realizat la măcinarea lignitului.

Criterii de bază în avansarea pe direcţie a complexelor mecanizate de abataj

Ing. I. Gâf-Deac
Intreprinderea minieră Lupeni

I. Definirea zonelor miniere cu condiţii deosebite

În zonele geologice cu substanţe utile exploatabile nu există caracteristici absolut identice, datorită însăşi diferenţei de semnale geologice infinitizimale determinate prin probe.

Zăcământul, din punctul de vedere al aşezării spaţiale şi al repartizării tensiunilor şi presiunilor miniere, poate fi deranjat în două moduri :

- deranjamente tectonice nesemnificative cum sînt : microfalii, fisuri minore, schimbări ale direcţiei şi înclinării după unghiuri mici, schimbarea structurii şi conţinutului de substanţă utilă din strat cu influenţe reduse asupra proprietăţilor fizico-mecanice în ansamblu etc. ;
- deranjamente tectonice semnificative date de falii importante, răsturnări şi rupturi de strat, schimbări ale înclinării, direcţiei şi grosimii cu valori unghiulare şi dimensionale mari.

Pentru soluţionarea avansării corecte şi eficinete, prin cea de-a doua categorie de deranjamente, stadiul constructiv actual al complexelor mecanizate de abataj este permanent supus schimbării, ivindu-se necesitatea redimensionării sau proiectării speciale a unor subansamble ale susţinerii mecanizate, în mod deosebit.

Cea mai raţională activitate pentru trecerea cu conplexele mecanizate prin aceste zone o constituie conducerea abatajului prin urmărirea topografică, avînd drept criteriu optim de lucru evitarea interceptării elementelor de maxim efect din deranjamentul tectonic interacţionat cu echipamentul respectiv.

Tot mai frecvent, datorită exploatării unor cîmpuri miniere cu suprafaţă redusă, împînzite de lucrări de deschidere şi pregătire, abatajele mecanizate sînt nevoite să traverseze galerii susţinute diferit şi cu profile variate ca secţiune. În majoritatea cazurilor sînt necesare monografii de susţinere şi programe de lucru speciale, care cuprind elemente clasice de susţinere în lemn sau cu stîlpi hidraulici şi grinzi metalice.

În acelaşi timp, se acţionează în sensul multiplicării funcţionalităţii unor subansamble ale complexului adaptate pentru a face faţă presiunilor excesive din zonă, cum sînt : grinda secundară rabatabilă este prevăzută cu capete de cuplare a grinzilor metalice simple de abataj, grinda secundară telescopică este acţionată cu cilindri hidraulici de capacitate sporită, se utilizează dispozitive de ancorare, echilibrare şi menţinere reciprocă a secţiilor în zone denivelate etc.

Neluarea unor măsuri preventive pentru trecerea abatajelor prin zone cu caracteristici geologice dificile, necunoaşterea unor criterii fundamentale în exploatarea complexelor mecanizate, precum şi nealcătuirea unor variante şi programe concrete, practice, determină avarii însemnate în complex, influenţează negativ realizările fizice şi valorice, uneori fiind obligatorie renunţarea la exploatarea în continuare a panoului sau feliei respective.

II. Criterii ale avansării

Pentru orice complex mecanizat de abataj se disting următoarele criterii fundamentale, obligatoriu de respectat în avansarea pe direcţia stratului.

Criteriul 1 : secţiile de susţinere mecanizată trebuie să fie permanent paralele cu transportorul din abataj, deci direcţia de avansare perpendiculară pe linia acestuia (fig. 1 şi 2).

Pentru grupul de secţii tip SMA—1, obligativitatea paralelismului se resfrînge asupra barelor de legătură b_1 şi b_2 (fig. 2).

Nerespectarea paralelismului secţiei în avansare faţă de transportor, respectiv a orientării

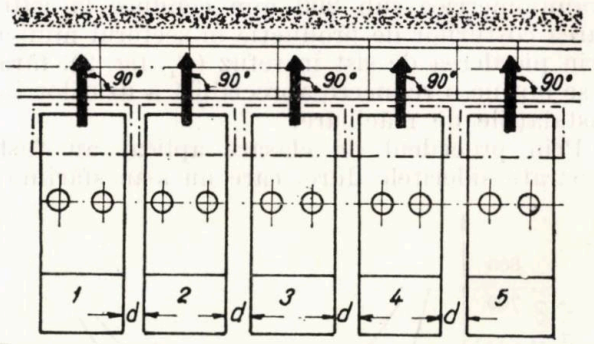


Fig. 1. Direcţia de avansare a secţiilor tip SMA-2 perpendiculară pe linia transportorului

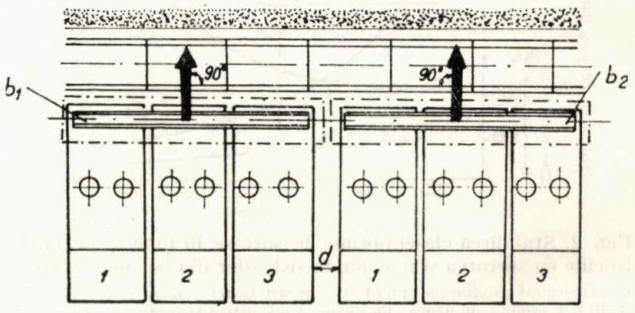


Fig. 2. Direcţia de avansare a secţiilor tip SMA-1 perpendiculară pe linia transportorului

direcţiei de avansare perpendiculară la acesta, duce la avarii în abataj, prin crearea unor spaţii libere între secţii.

Tablele de etanşare laterală a secţiilor, acţionate cu cilindri hidraulici, pot stăpîni spaţiile libere cu distanţe pînă la 200 mm între două secţii vecine, peste această limită existînd pericolul deteriorării lor de către materialul din spaţiul exploatat. Acesta, pătrunzînd între secţii, le împănează, îngreuind operaţia de păşire, intră în spaţiul liber de lucru al abatajului şi deranjează activitatea curentă.

Pentru o secţie cu orientare diferită, sub un unghi α faţă de celelalte, apare o suprafaţă dezvelită suplimentar a tavanului, care este dăunătoare (fig. 3).

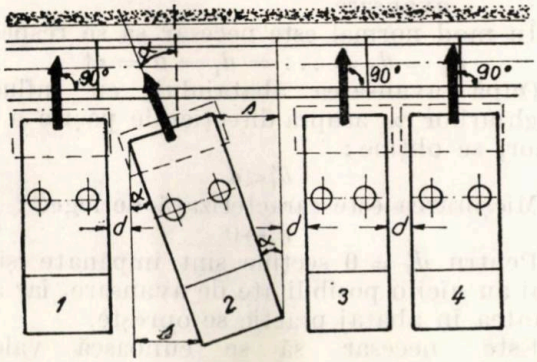


Fig. 3. Secţia cu orientare diferită generînd suprafaţa suplimentară dezvelită a tavanului

Între două secţii alăturate se stabilesc:

— suprafaţa normală S_n:

$$S_n = \frac{1}{2} dl \qquad (1)$$

— suprafaţa admisibilă S_a:

$$S_a = dl \qquad (2)$$

— suprafaţa suplimentară S_s:

$$S_s = \frac{1}{2} l^2 \operatorname{tg} \alpha \qquad (3)$$

în care:

l este lungimea proiecţiei în planul orizontal al secţiei;

d — distanţa între două secţii vecine, distanţă ce poate fi acoperită de tablele laterale de etanşare, acţionate hidraulic;

α — unghiul de deviere al direcţie de avansare.

Suprafaţa totală dezvelită a tavanului, dată de o secţie cu direcţie de avansare diferită de a celorlalte, este:

$S_{n_t} = \mathrm{dl}$ — suprafaţa normală totală (1′)

$S_{a_t} = 2\mathrm{dl}$ — suprafaţa admisibilă totală (2′)

$S_{s_t} = \mathrm{l^2 tg}\alpha$ — suprafaţa suplimentară totală (3′)

Valorile practice date de relaţia (3′) sînt cele mai dăunătoare.

Pentru a stabili suprafaţa suplimentară dezvelită a tavanului într-un abataj cu N secţii de susţinere, se presupune că orientări diferite au secţiile intercalate între două secţii cu avansare corespunzătoare, perpendiculare pe transportor.

Dacă nu se face această ipoteză, modul de lucru este abordabil prin primsa altui criteriu.

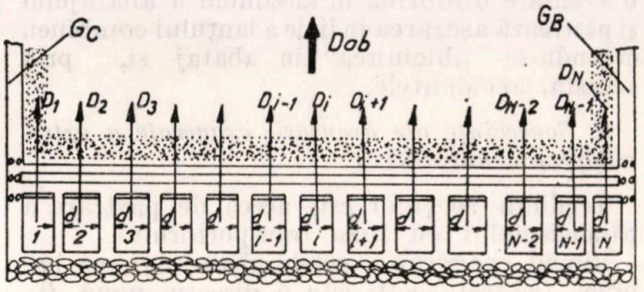


Fig. 4. Abataj frontal complex mecanizat cu linia frontului în poziţie rectilinie

Pentru N secţii din abataj se consideră cel mai mult $\frac{N}{2}$ secţii cu orientare diferită.

Atunci:

$$S'_{s_t} = l^2 \sum_{N=1}^{2N-1} \operatorname{tg} \alpha_N + l \sum_{N=1}^{N} d_N \quad (N = 1, 2, 3, \ldots) \qquad (4)$$

în care:

S'_{s_t} — suprafaţa suplimentară pentru toate secţiile dezorientate din abataj;

α_N — unghiuri de deviere ale secţiilor;

d_N — distanţele între secţiile dezorientate din abataj.

Dintr-un total de D_N direcţii de avansare a secţiilor, în cazul de mai sus $D_{K_1} = D_{2N-1}$ au direcţii necorespunzătoare, iar $D_{K_2} = D_{2N}$ au direcţiile perpendiculare pe linia transportorului din abataj.

Deci:

$$D_N = \Sigma D_{K_j} \qquad \begin{pmatrix} N = 1, 2, 3, \ldots \\ j = 1, 2. \end{pmatrix} \qquad (5)$$

în care:

D_N — numărul total al direcţiilor de avansare al tuturor secţiilor din abataj;

D_{K_1} — numărul direcţiilor necorespunzătoare al secţiilor dezorientate în abataj;

D_{K_2} — numărul direcţiilor corespunzătoare al secţiilor orientate corect în abataj;

$\sum D_{K_j}$ — suma direcţiilor necorespunzătoare cu cele corespunzătoare ale secţiilor din abataj, care coincide cu numărul total al direcţiilor de avansare ale tuturor secţiilor din abataj.

În nici o situaţie avansarea abatajului nu este permisă cu un număr de secţii dezorientate faţă de direcţia stabilită, mai ales cînd se găsesc între secţii care au direcţie de avansare corespunzătoare.

C r i t e r i u l 2: poziţia ideală de lucru cu un complex mecanizat este aceea în care abatajul este rectiliniu.

Liniaritatea abatajului asigură, între secţii, distanţe corespunzătoare, egale între ele (fig. 4). Transportorul nu este predispus la uzură excesivă, prelungindu-i-se perioada de utilizare.

Direcţiile de avansare aferente secţiilor, odată cu respectarea liniarităţii abatajului, conferă o avansare uniformă în ansamblu a abatajului şi păstrează aşezarea în linie a lanţului combinei, evitîndu-se „biciuirea" în abataj şi, prin aceasta, accidentele.

a. *Consecinţe ale avansării exagerate a extremităţilor abatajului*

Tendinţa secţiilor este aceea de păstrare a paralelismului cu linia transportorului.

Ripind exagerat capetele abatajului, se imprimă fiecărei secţii cîte o direcţie nouă D_i, după unghiurile α_i.

Secţiile se deplasează după linii de rază R, cu tendinţa de concentrare într-un punct P.

Primul rezultat nefavorabil al unui asemenea mod de lucru în abataj este micşorarea lungimii de front susţinută mecanizat.

Din figura 5 se deduce :

$$L_{ab} < L'_{ab} \tag{6}$$

în care :

L_{ab} — lungimea abatajului în poziţie corectă de lucru :

L'_{ab} — lungimea abatajului avînd capetele exagerat avansate sau exagerat staţionate.

Totodată, lungimea arcului de cerc $\overset{\frown}{A'_1A'_2}$ este mai mare decît segmentul $\overline{A_1A_2}$, ceea ce determină o lungire a liniei de front cu valorile ΔA_1A_2 în extremităţi, mărindu-se zonele susţinute în sistem clasic la a_1 şi a_2.

Deci :

$$L'_{ab} + \sum_{\substack{i=1\\j=1}}^{n} (a_i + a_j) > L_{ab} \tag{7}$$

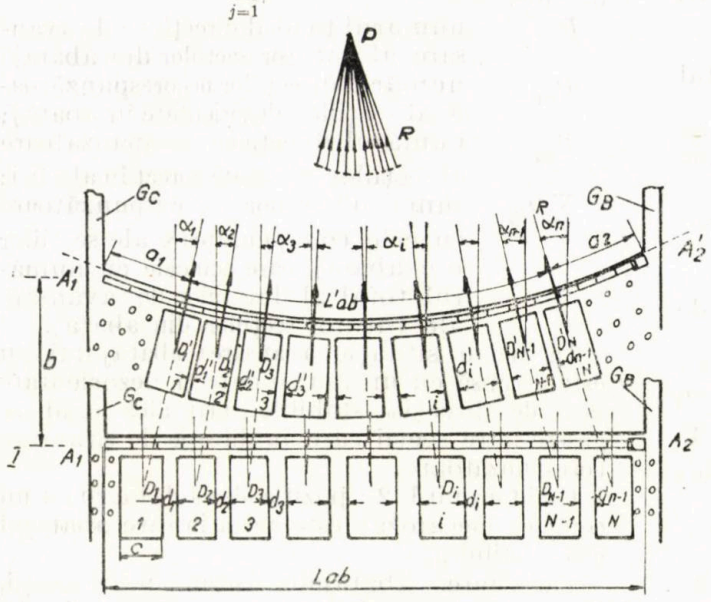


Fig. 5. Avansarea exagerată a extremităţilor unui abataj frontal complex mecanizat

De asemenea, între poziţiile I şi II ale frontului există relaţia :

$$\sum_{i=1}^{N} \left(c + \frac{d'_i}{2}\right) + \sum_{\substack{i=1\\j=1}}^{n} (a_i + a_j) = \sum_{i=1}^{N} \left(c + \frac{d_i}{2}\right)$$

în care : (8)

c este lăţimea secţiei de susţinere mecanizată ;

d_i — spaţiul între două secţii vecine, în poziţia I ;

d'_i — spaţiul între două secţii vecine în poziţia a II-a ;

n — numărul de poziţii ale abatajului în avansare.

În mod normal este necesar să se respecte :

$$d_1 = d_2 = \ldots = d_i = d = \text{ct.} \tag{9}$$

După avansarea abatajului, cu influenţa unghiurilor α_i asupra direcţiei de păşire a secţiilor, se obţine :

$$d'_i < d \tag{10}$$

Micşorarea este caracterizată de legea :

$$d'_i \to 0 \tag{11}$$

Pentru $d'_i = 0$ secţiile sînt împănate şi nu mai au nici o posibilitate de avansare, iar activitatea în abataj practic se opreşte.

Este necesar să se cunoască valorile intermediare ale termenului d'_i, mai ales atunci cînd se conduce conştient abatajul spre valori sensibil mai mari sau mai mici ale lungimii de front, spre contactul mai perfect al secţiilor între ele, în condiţiile unui acoperiş slab sau neconsolidat.

Cu unele aproximări simplificatoare din figura 6 se poate deduce valoarea distanţei d' pentru poziţia a II-a de staţionare a abatajului, după o avansare de mărime b a celor două secţii :

$$\overline{O_1O'_1} = b \operatorname{tg}\alpha \tag{12}$$

$$d' = d - 2b \operatorname{tg}\alpha \tag{13}$$

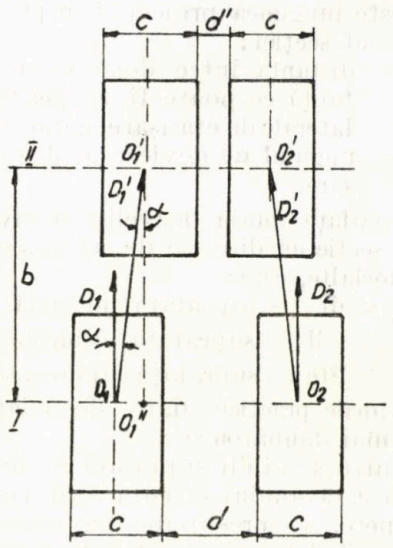


Fig. 6. Stabilirea intervalului între secţii la avansarea extremităţilor abatajului complex mecanizat

sau pentru o secţie de susţinere oarecare i din complex rezultă;

$$d'_i = d_i - 2b_i \operatorname{tg}\alpha_i \quad (i = 1, 2, 3, \ldots, N) \quad (14)$$

În general, pentru exprimarea parametrică a mărimilor ce caracterizează abatajul în cele două poziţii şi sub acţiunea de împingere exagerată în avans a extremităţilor sale există relaţia:

$$\sum_{i=1}^{N} (c + d_i - b_i \operatorname{tg}\alpha_i) + \sum_{\substack{i=1 \\ j=1}}^{N} (a_i + a_j) = \sum_{i=1}^{N} \left(c + \frac{d_i}{2} \right) \quad (15)$$

pînă la îndeplinirea condiţiei $d'_i \neq 0$.

În cazul de mai sus lanţul de tracţiune al combinei se sprijină, în principal, pe frontul de cărbune. Lanţul transportorului are tendinţa de părăsire a jgheaburilor, provocînd avarii frecvente în fluxul de transport, urmărindu-se eliminarea săgeţii create între poziţia sa curbă şi poziţia normală, rectilinie, spre care tinde.

b. *Consecinţe ale staţionării exagerate a extremităţilor abatajului*

Staţionînd exagerat cu extremităţile abatajului, fiecărei secţii de susţinere mecanizată i se imprimă cîte o direcţie nouă D_i, după unghiul α_i.

Deplasarea secţiilor de-a lungul razelor R lasă în zona spaţiului exploatat un punct ipotetic de concentrare P (fig. 7).

Dintre aspectele negative ale acestui mod de lucru reţinem:

— aparent creşte lungimea de front susţinut mecanizat, dar în defavoarea unei porţiuni din abataj cu tavan nesusţinut;

— creşte lungimea de front propriu-zisă, determinînd treceri ale acestuia peste galeriile de cap şi bază (preabataje), în situaţii necontrolate;

— sînt foarte frecvente avariile (surpările) în abataj datorită suprafeţei mari nesusţinute, ca urmare a mărimii considerabile a distanţelor d'_i între secţii;

— lanţul de tracţiune al combinei pendulează în spaţiul de circulaţie şi staţionare a personalului din abataj, efectuînd biciuiri în susţinere, avariind des reţeaua electrică şi de înaltă presiune, ca urmare a tendinţei de anulare a săgeţii din poziţia de curbă înainte a abatajului;

— lanţul transportorului este tensionat după aceeaşi săgeată şi produce avarii dese în funcţionarea echipamentului de evacuare a cărbunelui.

Pentru situaţiile de mai sus se stabilesc:

$$L_{ab} < L'_{ab} \quad (16)$$

Permanent:

$$d_i < d'_i \quad (17)$$

şi teoretic:

$$d'_i \to \infty \quad (18)$$

În acelaşi timp:

$$L_{ab} < L'_{ab} + \sum_{\substack{i=1 \\ j=1}}^{n} (a_i + a_j) \quad (19)$$

Din figura 8, cu relaţiile preliminare, rezultă:

$$\overline{O''_1 O'''_1} = \overline{O''_2 O'''_2} = \frac{b}{\operatorname{tg}\alpha} - \frac{c}{2} \quad (20)$$

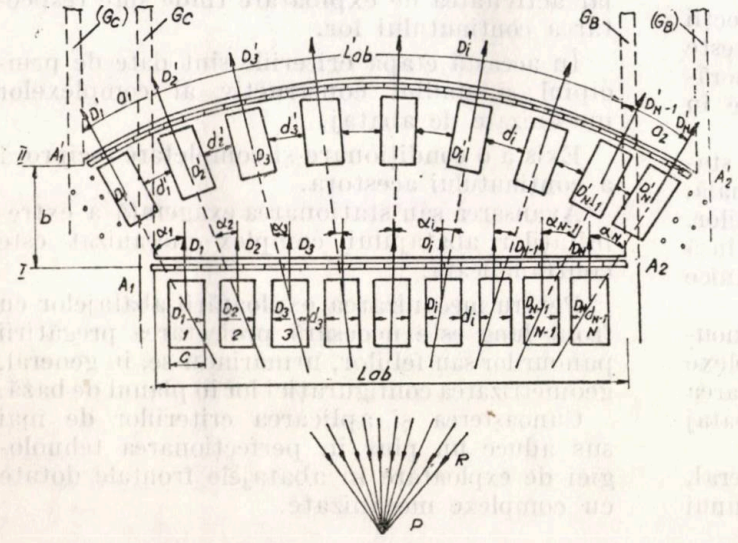


Fig. 7. Staţionarea exagerată a extremităţilor unui abataj frontal complex mecanizat

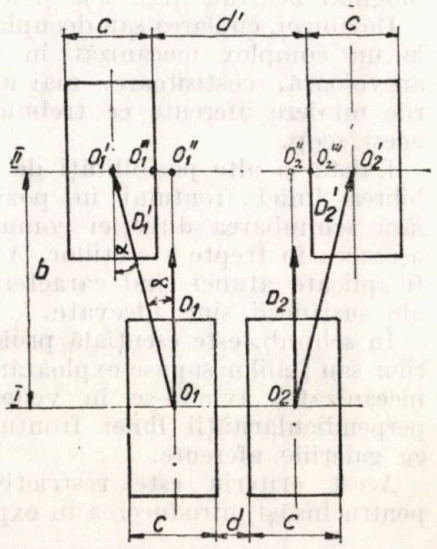


Fig. 8. Stabilirea intervalului între secţii la staţionarea extremităţiilor abatajului frontal mecanizat

$$d' = d + \frac{2b}{\operatorname{tg}\alpha} \tag{21}$$

$$d'_i = d_i + 2\frac{b_i}{\operatorname{tg}\alpha_i} \tag{22}$$

În final rezultă egalitatea :

$$\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{d_i}{2} + c + b_i \operatorname{tg}\alpha_i\right) + \sum_{\substack{i=1\\j=1}}^{n}(a_i + a_j) =$$

$$= \sum_{i=1}^{N}\left(\frac{d_i}{2} + c\right) \tag{23}$$

pînă în situaţia în care :

$$d_i = k \tag{24}$$

valoare a distanţei între secţii în care abatajul intră în stare de avarie.

Criteriul 3 : linia frontului de abataj trebuie să fie permanent perpendiculară pe direcţiile galeriilor de bază şi de cap (preabataje).

Avansarea abatajului mecanizat cu secţiile pozate paralel între ele este eficientă cînd între galeriile de bază şi cap (preabataje) cu linia frontului există unghiuri drepte (fig. 1 şi 2).

Proiectînd astfel panourile şi feliile în exploatare, există garanţia respectării unor parametri de lucru ai susţinerii mecanizate ca : distanţă constantă între secţii, direcţia comună a avansării lor, liniaritatea transportorului, lungimea neschimbată a frontului de abataj.

Pentru unghiuri diferite de 90° între galerii şi linia frontului, se ivesc situaţii deosebite care necesită introducerea sau scoaterea unor secţii din abataj pentru mărirea, respectiv micşorarea lungimii acestuia (fig. 9 *a* şi *b*).

De obicei, cuplarea sau decuplarea unor secţii la un complex mecanizat în funcţiune este anevoioasă, costisitoare, mai ales prin lucrările miniere aferente ce trebuie executate în acest scop.

Există şi alte posibilităţi de lucru ca : stabilirea liniei frontului în poziţie diagonală, fără schimbarea direcţiei comune a secţiilor, aşezarea în trepte a secţiilor. Acestea pot însă fi aplicate atunci cînd caracteristicile tehnice ale susţinerii sînt adecvate.

În schimb, este esenţială proiectarea panourilor sau feliilor supuse exploatării cu complexe mecanizate, avîndu-se în vedere respectarea perpendicularităţii liniei frontului de abataj cu galeriile aferente.

Acest criteriu este restrictiv, în general, pentru însăşi introducerea în exploatare a unui complex mecanizat de abataj, în condiţii în care nu este posibil a se contura un panou sau o felie cu elemente geometrice regulate.

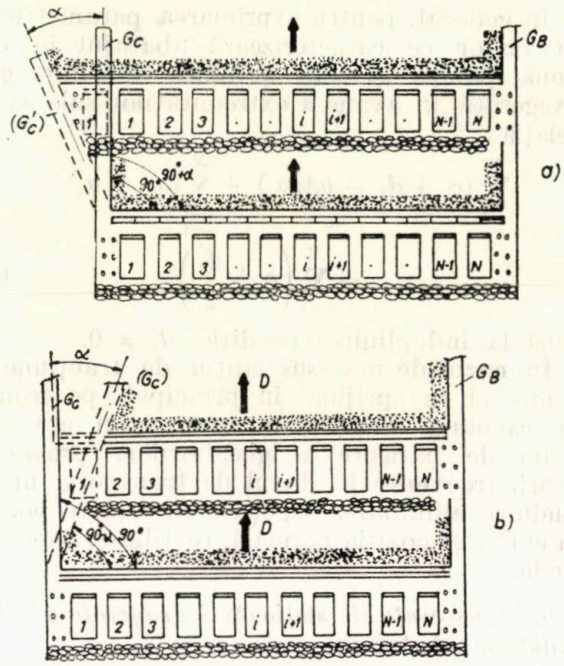


Fig. 9. Situaţii deosebite (cuplare sau decuplare a unei secţii de susţinere)într-un abataj cu galerie de cap cu direcţie deviată

Concluzii

Criteriile de mai sus sînt simple, obligatorii şi fac parte dintr-o serie mai mare de asemenea enunţuri.

În zonele geologico-miniere cu condiţii deosebite, acestea îşi păstrează valabilitatea, iar activitatea de exploatare tinde spre respectarea conţinutului lor.

În această etapă criteriile sînt date de principiul şi stadiul constructiv al complexelor mecanizate de abataj.

Există o condiţionare şi completare reciprocă a conţinutului acestora.

Avansarea sau staţionarea exagerată a extremităţilor abatajului complex mecanizat este contraindicată.

Pentru mecanizarea exploatării abatajelor cu front lung este necesară proiectarea pregătirii panourilor sau feliilor, urmărindu-se, în general, geometrizarea configuraţiei lor în planul de bază.

Cunoaşterea şi aplicarea criteriilor de mai sus aduce un plus în perfecţionarea tehnologiei de exploatare în abatajele frontale dotate cu complexe mecanizate.

Reactivitatea termodinamică a cărbunilor

Prof. dr. Gv. Niac, Institutul Politehnic Cluj-Napoca
ing. I. Foeşa, I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Stoechiometria reacţiilor

Reacţiile care se petrec la gazificarea subterană sînt aceleaşi ca şi la gazificarea la suprafaţă. Ele se împart în reacţii eterogene, la care participă, alături de gaze, şi cărbunele solid, şi reacţii omogene, la care participă gazele formate, fie prin descompunerea termică a cărbunilor, fie prin reacţiile eterogene de gazificare. Din punctul de vedere al consumului de căldură, reacţiile de gazificare sînt exoterme, cînd agentul de gazificare este o substanţă simplă (O_2 sau H_2), şi endoterme, cînd agentul de gazificare este o substanţă compusă conţinînd oxigen (H_2O sau CO_2).

Principalii produşi gazoşi ai gazificării sînt hidrogenul ($Q_i = 2\,500$ kcal/m³), oxidul de carbon ($Q_i = 3\,170$ kcal/m³) şi hidrocarburile, printre care, în primul rînd, metanul ($Q_i = 8\,500$ kcal/m³).

Reacţiile eterogene de gazificare se scriu, în mod uzual, astfel:

$$C + 2H_2 \rightleftarrows CH_4 \qquad \Delta H < O \qquad (1)$$

$$C + CO_2 \rightleftarrows 2CO \qquad \Delta H > O \qquad (2)$$

$$C + 1/2O_2 \rightarrow CO \qquad \Delta H < O \qquad (3)$$

$$C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2 \qquad \Delta H > O \qquad (4)$$

La acestea se mai adaugă reacţia de ardere completă:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \; \Delta H < O \qquad (5)$$

Dintre reacţiile omogene, cele mai importante sînt cele de conversie şi de metanare a oxidului de carbon, iar la temperaturi mai ridicate şi în prezenţă de catalizatori şi reacţia de reformare a metanului cu vapori de apă:

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2 \qquad (6)$$

$$CO + 3H_2 \rightleftarrows CH_4 + H_2O \qquad (7)$$

$$CH_4 + H_2O \rightleftarrows CO + 3H_2 \qquad (8)$$

Deşi reacţiile clasice de mai sus ar permite obţinerea metanului şi a oxidului de carbon în stare pură (reacţiile 1 şi 2), totuşi, datorită complexităţii cărbunilor, cele trei gaze combustibile se obţin în amestec, avînd proporţii diferite în funcţie de agentul de gazificare, natura cărbunilor şi condiţiile de lucru.

În afară de gazele combustibile amintite, în amestecul de gaze rezultat prin gazificare se mai numără şi bioxidul de carbon, iar dacă gazificarea a avut loc cu participarea aerului — azotul. Deoarece reacţiile amintite (cu excepţia reacţiei de ardere) sînt de echilibru, pe lîngă produşii de reacţie vor mai figura şi agenţii de gazificare neconsumaţi: O_2, H_2O, CO_2.

În realitate însă, reacţiile sînt mai complicate, deoarece cărbunele este un amestec de substanţe chimice complexe care, în afară de carbon, mai conţine hidrogen, oxigen, azot, sulf şi alte elemente în concentraţii mici. Pe lîngă această masă cărbunoasă organică se mai află masa necărbunoasă, minerală, care poate avea un rol catalitic, dar, în general, nu intervine în reacţiile de gazificare decît prin formare de SH_2 sau SO_2 şi de CO_2, în cantităţi care nu afectează reacţiile de gazificare ale masei cărbunoase, dar care pot ridica probleme serioase la purificarea gazelor.

Azotul şi sulful organic sînt în cantităţi mici şi nu afectează sensibil nici stoechiometria, nici termodinamica proceselor de gazificare. De aceea pentru cărbune se poate scrie o formulă brută, bazată pe elementele C, H şi O, formulă brută ce se obţine din datele analizei elementare, care se extrapolează la conţinutul nul de cenuşă, pentru a evita erorile care pot apărea datorită conţinutului de hidrogen şi oxigen a masei minerale (cenuşa) [1]. Se capătă astfel o formulă brută de forma CH_xO_y, pentru care reacţiile eterogene de mai sus iau forma:

$$CH_xO_y + (2 - 0{,}5\,x + y)\,H_2 = CH_4 + yH_2O \qquad (9)$$

$$CH_xO_y + (1 + 0{,}25x - y)\,CO_2 = (2 + 0{,}5x - y)\,CO + 0{,}5xH_2 \qquad (10)$$

$$CH_xO_y + 0{,}5(1 - y)\,O_2 = CO + 0{,}5\,xH_2 \qquad (11)$$

$$CH_xO_y + (1 - y)\,H_2O = CO + (1 - y + 0{,}5x)\,H_2 \qquad (12)$$

Reacţia de ardere fiind:

$$CH_xO_y + (1 + 0{,}25x - 0{,}5y)\,O_2 = CO_2 + 0{,}5xH_2O \; \Delta H^\circ_{298} = -\frac{M_c Q_s^c}{1\,000} \qquad (13)$$

în care:

Q_s^c este puterea calorică superioară a masei cărbunoase:

M_c — masa moleculară medie brută a cărbunelui (corespunzătoare formulei CH_xO_y) [2].

În funcţie de condiţii, reacţiile (4) şi (12) pot duce şi la CO_2, în loc de CO, iar reacţia (10) poate genera şi apă în loc de hidrogen.

II. Entalpia de formare a cărbunilor

Pentru a efectua calcule termodinamice, este necesar să se cunoască entalpia de formare standard și entropia standard a substanțelor reactante, care pot fi utilizate apoi în ecuația termodinamică:

$$\Delta G_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T\Delta S_{298}^\circ \qquad (14)$$

care ne dă valoarea entalpiei libere a reacției la temperatura T și presiunea de o atmosferă în prima aproximație Ulich.

Pentru a doua aproximație trebuie să se cunoască și căldurile specifice standard pentru a ține seama, întrucîtva, de dependența de temperatură a căldurii și entropiei de reacție, iar pentru calculul exact este nevoie de cunoașterea dependenței de temperatură a căldurilor specifice.

Datele termodinamice pentru toate substanțele participante la reacțiile de gazificare, cu excepția cărbunelui, sînt cunoscute și tabelate. Evaluarea entalpiei de formare a cărbunilor se poate face din căldura de ardere, determinată experimental, extrapolată la conținutul nul de cenușă, pentru a obține valoarea raportată la masa cărbunoasă, sau din căldura de ardere, evaluată tot din analiza elementară după o formulă Dulong [3] sau una îmbunătățită — de ex. a lui Lloyd și Davenport [4]:

$$Q^\circ(\text{MJ/kg}) = +0{,}3578\ \%\text{C} + 1{,}1357\ \%\text{H} - 0{,}0845\ \%\text{O} + 0{,}0594\ \%\text{N} + 0{,}0594\ \%\text{N} + 0{,}1119\ \%\text{S} - 0{,}974 \qquad (15)$$

care permite o evaluare a puterii calorice cu o eroare medie de 0,8%.

III. Căldura specifică și entropia cărbunilor

Căldura specifică se poate determina experimental. Există însă formule empirice care permit calculul căldurii specifice din compoziția elementară a cărbunilor. Astfel, Szadeczky [5] propune formula:

$$c_p = 0{,}0063\ \text{C} + 0{,}096\ \text{H} + 0{,}0105\ \text{O},\ \text{J/kg} \qquad (16)$$

unde C, H și O reprezintă procente din elementele pe care le simbolizează.

Entropia standard poate fi, la rîndul ei, evaluată din căldura specifică după formula lui Strelkov [6] pentru solide:

$$S_{298}^\circ = 1{,}2\ Mc_p \qquad (17)$$

în care însă s-a înlocuit factorul 1,1 a lui Strelkov, cu 1, 2, pentru a ține seama de dezordinea mai mare în cărbune decît în solidele cristaline.

IV. Calculul entalpiei libere de gazificare Curbe de afinitate nulă

Afinitatea, egală cu entalpia liberă a reacției, poate fi considerată o măsură a reactivității cărbunelui față de agenții de gazificare. Cu cît un cărbune manifestă o afinitate mai negativă, cu atît este, din punct de vedere termodinamic, mai reactiv. Afinitatea normală este legată de constanta de echilibru prin relația:

$$\Delta G_T^\circ = -RT \ln K_p \qquad (18)$$

De aceea este posibilă aflarea constantei de echilibru și deci a compoziției gazelor pentru o anumită temperatură, presiune și compoziție inițială.

Deoarece mărimea lui ΔG_T° depinde de coeficienții ecuației stoechiometrice, este preferabil să se folosească presiunea la care $\Delta G_T^\circ = 0$, pentru o temperatură dată. În cazul gazificării, aceasta corespunde lui $K_x = 1$.

Calculele s-au făcut după ecuația:

$$\lg p = \frac{-\Delta G_T^\circ}{2{,}303 \cdot R \cdot \Delta n T} \qquad (19)$$

Δn fiind creșterea numărului de moli de gaz în cursul reacției, iar R constanta gazelor.

Acest mod de lucru are avantajul că $\ln p$ nu depinde, nici de unitățile în care se exprimă energia, nici de modul cum se scrie ecuația chimică.

În felul acesta, curbele $\lg p = f(T)$, numite curbe de afinitate nulă, vor împărți suprafața pT în două zone: una în care $\Delta G_T^p > 0$ și reacția nu este favorizată termodinamic, și alta în care $\Delta G_T^p < 0$ și reacția este termodinamic posibilă [7].

ΔG_T° s-a calculat folosind date exacte pentru H_f° și S° (cu luarea în considerare a dependenței căldurilor specifice de temperatură) și considerînd căldura specifică constantă la cărbune. Deoarece însă entropia solidelor este cu mult mai mică decît a gazelor, aceste erori nu pot provoca deplasări prea mari ale curbelor de afinitate nulă. Astfel, la o atmosferă diferența dintre curbele de afinitate nulă, pentru grafit, obținute cu calcul exact și cu aproximația de mai sus, este de 30 K, iar pentru diamant nu există nici o diferență.

În figura 1 s-au reprezentat curbele de afinitate nulă a gazificării cu vapori de apă pentru celuloză, lemn, turbă, lignit, huilă, antracit, cocs de lignit și de grafit, în timp ce în figura 2 se dau curbele de afinitate nulă pentru un alt antracit, cîteva cocsuri, diamant și grafit. Se vede că combustibilii bogați în oxigen ar putea fi gazificați cu vapori de apă la temperaturi sub 200°C. Dar pînă la temperaturi de circa 300—400° predomină reacțiile de descompunere termică din motive cinetice. Și cocsul de lignit

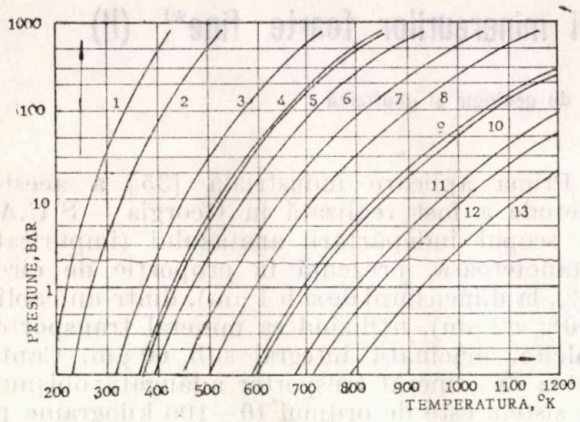


Fig. 1. Reactivitatea unor cărbuni față de vapori de :
1 — celuloză; *2* — lemn de fag; *3* — turbă; *4 — 6* — ligniți; *7 — 8* — huile; *10* — antracit; *11 — 12* — cocsuri; *13* — grafit

(fig. 2) este foarte reactiv, diferența față de cocsurile de huilă fiind de 80—100°.

Curbe cinetice determinate de van Heek arată, de asemenea, reactivități mărite ale lignitului față de huila și cocsul de huile, diferența dintre temperaturile corespunzătoare acelorași viteze fiind de circa 200°, așa cum se vede în figura 3 [8].

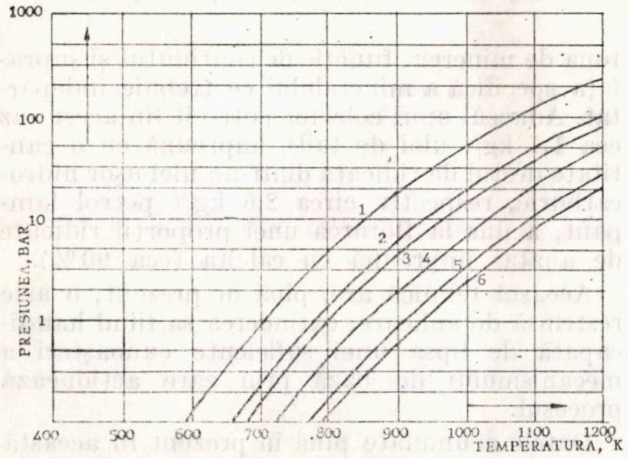


Fig. 2. Reactivitatea unor cărbuni față de vapori de :
1 — antracit; *2* — cocs de lignit; *3* — cocs metalurgic; *4* — cocs de gaz; *5* — diamant; *6* — grafit

S-au trasat curbe de afinitate nulă și pentru reacțiile cărbunilor cu bioxidul de carbon, curbele fiind asemănătoare cu cele pentru vapori de apă, deplasate însă la temperaturi ceva mai mari. Reacția cu hidrogenul, cu formare de metan sau hidrocarburi lichide, este defavoizată de temperatură, dar curbele de afinitate nulă sînt deplasate la cărbuni spre temperaturi mai ridicate, adică reacția este posibilă pînă la temperaturi mai mari. Este adevărat că aceste temperaturi mai ridicate nu sînt exploatabile din cauza descompunerii termice a cărbunilor, dar deplasarea curbelor

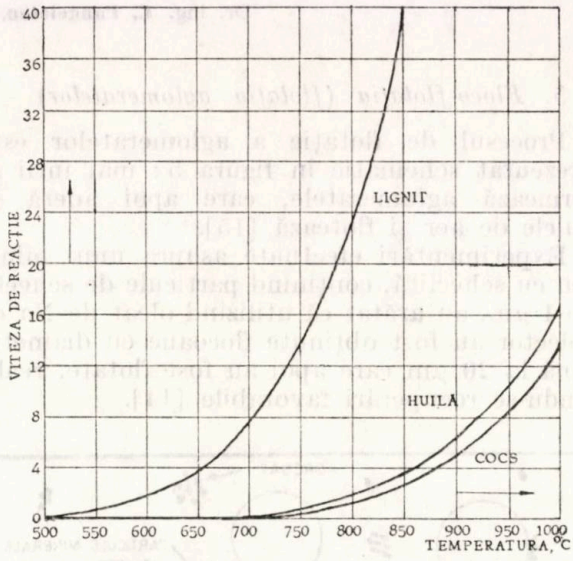


Fig. 3. Reactivitatea cinetică a unor cărbuni față de vapori de lignit, huilă și cocs

atestă reactivitatea termodinamică mărită a cărbunilor, mai ales a celor inferiori, și față de hidrogen, în comparație cu grafitul.

Concluzii

Din cele de mai sus reiese că modul simplist de a scrie reacțiile de gazificare a cărbunilor, luînd pentru cărbune proprietățile grafitului, nu este satisfăcător, dacă avem în vedere echilibrele care se stabilesc. Este necesar să se țină cont de compoziția cărbunilor, exprimabilă printr-o formulă brută corespunzătoare, cea mai simplă cuprinzînd trei elemente (C, H și O). Efectuînd calcule termodinamice cu aceste formule se confirmă reactivitatea mărită a cărbunilor mai tineri, cu conținut mai mare de oxigen, cunoscută din măsurători cinetice. Se explică astfel termodinamic reactivitatea mare a ligniților în raport cu a huilelor, reactitate care, pînă în prezent, a fost pusă exclusiv pe seama unor efecte catalitice ale cenușii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Niac, Gv. Mine, Petrol și Gaze, **28**, 1977, p. 267.
[2] Niac, Gv. Metalurgia, **31**, 1979, p. 551.
[3] * * * *Manualul inginerului chimist*, *Vol II*. Ed. tehnică, 1952, p.1961.
[4] Lloyd, W. G. și Davenport, D. A. J. Chem. Educ., **57** 1980, p. 56.
[5] Szadeczky-Kardoss, E. *Szénkőzettan*. Ed. Akad., Budapesta, 1956, p. 53.
[6] Citat după [5]
[7] Voiculescu, V. și Niac, Gv. Revista de Chimie, nr. 11, 1978.
[8] Jüngten, H., van Heek, K.-H. și Klei, J. *Chemie-Ing.-Technik*, **46**, 1974, p. 937.

Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine*) (II)

Dr. ing. **C. Pandelescu**, Institutul de geologie şi geofizică

5. *Floco-flotaţia (flotaţia aglomeratelor)*

Procesul de flotaţie a aglomeratelor este prezentat schematic în figura 5 : mai întîi se formează aglomeratele, care apoi aderă la bulele de aer şi flotează [15].

Experimentări efectuate asupra unui minereu cu scheelită, conţinînd particule de scheelit de 1 μm, au arătat că utilizînd oleat de Na ca colector au fost obţinute flocoane cu diametre pînă la 20 μm care apoi au fost flotate, realizîndu-se recuperări favorabile [14].

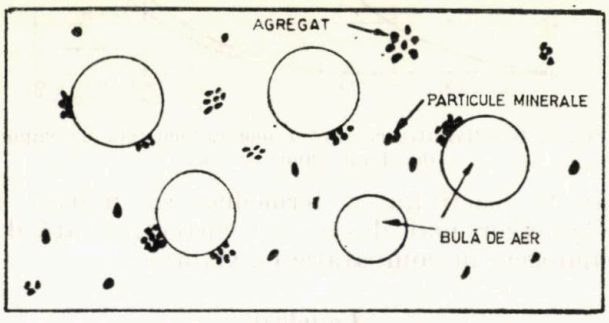


Fig. 5. Floco-flotaţia

În scopul purificării unor soluţii apoase, au fost utilizate substanţe superficial active de greutate moleculară ridicată, solubile în apă (polimeri), pentru a atribui proprietăţi hidrofobe particulelor dispersate, simultan cu floculare lor, flocoanele fiind apoi flotate cu bule de aer [33]. În acest cadru a fost stabilită posibilitatea utilizării polimerilor neionici şi cationici ca reactivi de floco-flotaţie.

Experimentările efectuate au arătat că utilizarea polimerilor permite floculare particulelor fine, chiar cînd sînt prezenţi în concentraţii mici, ca şi în domeniul purificării apei.

Cercetări efectuate recent în U.R.S.S. [34] au arătat că floculare particulelor fine poate fi realizată în multe cazuri, în condiţiile utilizate pentru flotaţia lor.

6. *Flotaţia cu purtător (ultraflotaţia)*

Ultraflotaţia sau flotaţia cu purtător a minereurilor foarte fine constă în utilizarea, fie a unui mineral auxiliar, flotabil, fie a unei fracţiuni mai grobe a mineralului de separat (măcinată în general sub 60 μm), ca mediu transportor al particulelor foarte fine ce trebuie flotate [32]. Principiul este schematizat în figura 6.

Prima aplicare industrială [35] a acestei metode a fost realizată în Georgia — S.U.A., în scopul îndepărtării anatasului (impuritate titanoferoasă, prezentă în proporţie de circa 2%, la dimensiuni de sub 1 μm), dintr-un caolin (90%<2 μm), utilizînd ca mineral transportor calcita, măcinată integral sub 60 μm. Cantitatea de mineral trnsportor adăugată obişnuit în sistem este de ordinul 10—100 kilograme pe

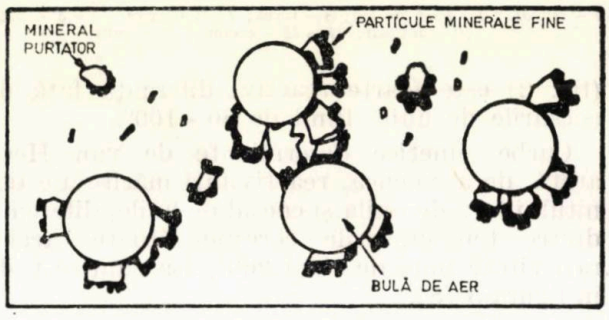


Fig. 6. Ultraflotaţia sau flotaţia cu purtător

tona de minereu, funcţie de conţinutul şi suprafaţa specifică a mineralului ce trebuie îndepărtat. Adaosul unui colector potrivit (în acest caz cca 1,7 kg/t ulei de tall), împreună cu o cantitate destul de ridicată dintr-un ulei uşor hidrocarburic, respectiv circa 2,6 kg/t petrol lampant, a dus la flotarea unei proporţii ridicate de anatas împreună cu calcita (cca 90%).

Această tehnică are, pînă în prezent, o arie restrînsă de aplicare, extinderea sa fiind handicapată de lipsa unei suficiente cunoaşteri a mecanismului de bază prin care acţionează procesul.

Datele acumulate pînă în prezent în această privinţă sînt reduse. Particulele fine formează un înveliş de şlam pe mineralul transportor, care aderă la bulele de aer şi este colectat în spumă. Formarea învelişului de şlam la suprafaţa mineralului transportor este determinată de forţele de atracţie van der Waals şi de sensul şi mărimea forţelor electrostatice care, la rîndul lor, sînt determinate de sarcinile electrice de la suprafaţa particulelor de şlam, respectiv a mineralului transportor, ce depind de ionii reactivilor adăugaţi. Se apreciază că, în condiţiile curentului turbulent din celula de flotaţie, viteza de adeziune a particulelor ultrafine la particulele mai grobe de mineral purtător constituie, în acest proces, un factor de 10^3—10^4 ori mai ridicat decît viteza de aderare între ele a particulelor ultrafine, iar particulele transportoare încărcate au o pro-

* Conferinţă prezentată în ziua de 17.3.1981 la I.C.P.M.M.N. Baia Mare. (Partea I a apărut în nr. 7/1981 al revistei).

babilitate de adeziune la bulele de aer evident mai ridicată decît au particulele de șlam direct.

Principalele dezavantaje ale flotației cu purtător sînt determinate de necesitatea unui consum relativ ridicat de reactivi (în general însă reactivi obișnuiți de flotație), precum și de faptul că în cazul cînd mineralul util este recuperat în spumă se impune, în continuare, o operație de separare a mineralului transportor din concentrat (prin flotație sau alt procedeu). Această operație nu mai este însă necesară atunci cînd mineralul transportor și particulele fine din concentrat sînt fracțiuni diferite ale aceluiași mineral.

Tocmai în acest ultim cadru am efectuat o serie de cercetări experimentale legate de posibilitatea aplicării acestui procedeu în domeniul minereurilor neferoase [35]. S-au urmărit stabilirea posibilităților de realizare a flotației cu purtător în cazul unor minereuri foarte fine (<20 μm), cu conținut de sulfuri neferoase (respectiv galenă) și gangă cuarțoasă sau carbonatică, utilizînd ca mineral transportor fracțiuni mai grobe ale mineralului de separat.

S-a studiat îndeosebi influența compoziției granulometrice a mineralului transportor asupra rezultatelor ce se pot obține, problemă pînă în prezent nestudiată și care, așa cum se va vedea, poate juca un rol însemnat în desfășurarea procesului. De asemenea, în scopul realizării unor indici tehnologici superiori, s-a cercetat posibilitatea combinării, în unele cazuri, a flotației cu purtător cu flocularea selectivă.

Experimentările au fost efectuate cu galenă, cuarț și calcită (granulație 100%<20 μm; cca 50%<5 μm) în amestecuri bi- și tri-minerale, proporția de galenă fiind în fiecare caz de 10%.

Materialul transportor utilizat a fost galenă, de granulație 20—60 μm. Rezultatele obținute au fost substanțial superioare celor realizate la flotația convențională, timpul de flotație fiind de asemenea sensibil mai redus [35]. Adaosul de mineral transportor a fost de 250 kg/t de minereu de alimentare, aceasta desigur în condițiile în care conținutul de mineral util (respectiv galena) din materialul brut (amestec galenă + cuarț) a fost destul de ridicat, de 10%; de notat totodată că extracția în greutate realizată, de 32%, precum și conținutul concentratului, de 73% Pb, cu o extracție de metal de peste 95%, arată că mineralul transportor adăugat este, în cea mai mare parte, recuperat.

Aceste rezultate — cele optime obținute — au fost relizate în condițiile cînd mineralul transportor a prezentat o compoziție granulometrică cu predominanța fracțiunilor mai fine (75% fracțiunea 20—40 μm; 50% fracțiunea 20—30 μm); în aceste condiții particulele mineralului transportor asigură o suprafață suficient de mare pentru aderarea particulelor fine de material de flotat.

Experimentările efectuate au arătat totodată, că în unele cazuri, caracteristicile superficiale ale particulelor minerale prezente conduc la rezultate situate la un nivel ceva mai scăzut la flotație; este cazul amestecului galenă-calcit, la care tendința de coagulare reciprocă a particulelor fine din cele două minerale nu a putut fi complet împiedicată prin adaosul de silicat de Na folosit. În acest caz s-a arătat că există posibilitatea îmbunătățirii rezultatelor flotației prin realizarea, înaintea ei — în condiții determinate experimental — a unei floculări selective a particulelor de calcit, îndeosebi a celor foarte fine, care să nu mai impurifice, la flotație, concentratul de galenă.

Cu alte cuvinte, rezultatele mai puțin satisfăcătoare, obținute la aplicarea flotației cu purtător, în cazul unor minereuri mai dificil de separat, pot fi ameliorate prin aplicarea unei tehnologii combinate, floculare selectivă + flotație cu purtător, în cadrul căreia se realizează, în prima etapă, flocularea componenților neutili, îndeosebi a particulelor celor mai fine.

7. *Extracția lichid-lichid și flotația cu emulsie*

Deoarece interacțiunile ulei-solid, datorită forțelor intermoleculare cu rază mare de acțiune, sînt mult mai puternice decît interacțiunile aer-solid, este mai ușor a colecta particulele fine la o interfață ulei-apă, decît la o interfață aer-apă.

Au fost studiate două căi:

1) recuperarea mineralului util, în faza uleioasă, fără ajutorul aerului;

2) recuperarea particulelor de ulei mineralizate, cu ajutorul bulelor de aer.

Prima cale poate fi definită ca un proces de extracție lichid-lichid sau extracție cu o fază organică, iar cea de-a doua ca flotație în prezența uleiurilor neutre sau simplu, flotație cu ulei sau flotație cu emulsie.

Cele două căi sînt schematizate în figura 7 [15].

Utilizarea uleiului la separarea mineralelor nu este de dată recentă. Primele patente pentru flotația cu ulei datează din a doua jumătate a veacului trecut, precedînd pe acelea pentru flotația cu spumă [36]. În ultimii ani s-a remarcat o revenire a interesului pentru acest procedeu, numeroase lucrări abordînd problema extracției selective a mineralelor dintr-o suspensie apoasă, într-o fază uleioasă.

Suprafața interfacială ridicată ulei/apă, ce poate fi ușor produsă sub formă de emulsie, face foarte atractiv un astfel de procedeu pentru prelucrarea materialelor fine. (Practic s-a dovedit posibilă, printr-o astfel de metodă, separarea particulelor fine pînă la 0,1 μm [37]).

Dispersia unui ulei în apă este mult mai favorabilă decît aceea a aerului în apă. În plus, suprafața interfacială produsă este mai mare și mărimea picăturii de ulei mai mică decît

aceea obținută în dispersii de aer în apă. Sistemul de extracție lichid-lichid are deci avantajul unei probabilități ridicate a ciocnirilor

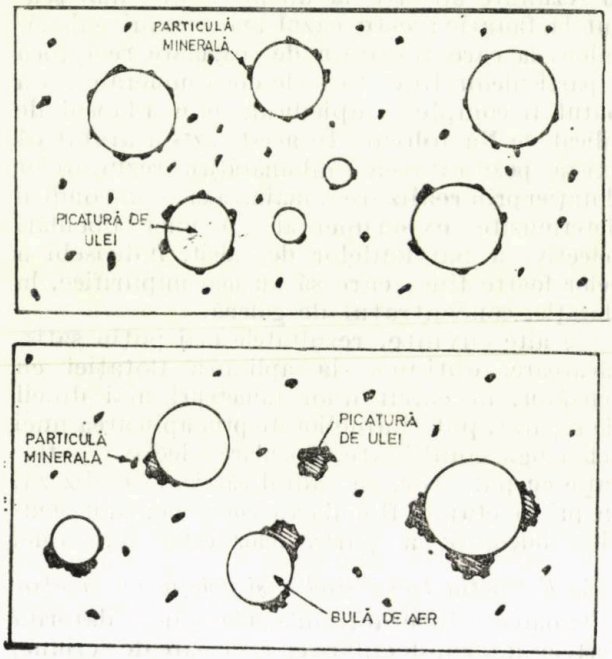


Fig. 7. Flotația lichid-lichid și flotația cu ulei

particulă-picătură și, de asemenea, al unei mari suprafețe interfaciale pentru adeziunea particulelor.

În procesul extracției lichid-lichid, tulburelii minerale condiționată cu colector i se adaugă un ulei nepolar. După condiționare, emulsia este trecută apoi într-un separator unde picăturile acoperite cu particulele minerale olefile se ridică la partea superioară și formează un strat separat. Acest strat separat de ulei constă, obișnuit, dintr-o emulsie de ulei concentrat în apă, în care picăturile de ulei sînt stabilizate și împiedicate a se reuni, de prezența particulelor solide fine, precum și a unui agent tensioactiv la interfața ulei/apă. Separarea stratului bogat în ulei, de tulbureala apoasă, este ușor realizată, fie prin drenarea stratului de apă, fie prin îndepărtarea uleiului în suprascurgere, într-un jgheab [38].

S-a studiat, cu rezultate mai mult decît promițătoare, aplicarea acestui procedeu la tratamentul minereurilor de staniu, caolin, hematită baritină-fluorină. În toate cazurile materialul a fost, în totalitate, mai mic de 10 μm [38; 39].

Particulele minerale foarte fine pot fi concentrate la interfața ulei/apă prin utilizarea de reactivi sau combinații de reactivi corespunzătoare, care joacă un rol dublu : în primul rînd acționează ca colector și controlează oleofilia particulelor solide și, în al doilea rînd, servesc ca agent de emulsionare, ajutînd la formarea unei mari suprafețe a interfeței ulei/apă.

Recuperări ridicate ale extracției lichid-lichid sînt favorizate de adsorbția de reactivi (superficial activi) puternici la interfața mineral/apă cu un potențial zeta al mineralului, zero sau aproape zero.

Alte aplicații ale uleiului includ procedeul aglomerării sferice [38]. În esență, acest procedeu implică condiționarea materialului fin măcinat cu modificatori de p*H*, dispersanți și agenți superficiali activi și apoi colectarea cu ulei a mineralelor utile dorite. Amestecarea cu ulei este efectuată în tancuri speciale de agitare, mori cu bile sau cilindri rulanți, acțiunea mecanică asigurînd ca particulele de mineral acoperite cu colector să formeze flocoane sau sfere, în care uleiul este prezent ca un constituent minor.

Aglomeratele sferice sînt separate de restul tulburelii apoase prin sedimentare sau ciuruire. Cantitatea de ulei utilizată în acest procedeu reprezintă numai un mic procent (~3%) din volumul tulburelii apoase și, în general, nu este recuperată.

Procesul aglomerării sferice a fost aplicat la scară de laborator și pilot la recuperarea aurului [40], a staniului [41], la prelucrarea unui minereu de fier conținînd apatită [42], a cărbunelui [43], iar la scară industrială la îndepărtarea particulelor de negru de fum din suspensiile apoase diluate [44]. În ultimul caz, particulele de negru de fum fiind hidrofobe, nu a fost necesar nici un adaos de agent superficial activ.

Uleiuri neutre de hidrocarburi sînt, de asemenea, utilizate în flotația mineralelor a căror structură cristalină le conferă un grad ridicat de hidrofobie. Exemple de minerale din această categorie sînt grafitul, sulful, cărbunele, diamantele, talcul și molibdenita [38]. Uleiuri neutre sînt, de asemenea, utilizate împreună cu acizi grași în flotația unor minereuri de mangan [45] și de ilmenită [46]. Acest tip de proces este adesea denumit ca flotație cu emulsie. În aceste ultime cazuri scopul uleiului, care este adăugat în mici cantități (0—2 kg/t), este de a contribui la distribuția colectorului (care obișnuit este un acid gras) și a crește hidrofobicitatea și capacitatea de a se supune floculării selective a particulelor acoperite de colector. De menționat, în acest cadru, studiile vaste asupra sistemului hematită-cuarț-apă-isooctan [47]; rezultate favorabile s-au obținut utilizînd, ca reactiv colector, dodecilamina.

Un exemplu interesant [48] îl constituie aplicarea flotației cu emulsie în cazul unui minereu cuprifer conținînd 0,7% Cu_{total}, din care 70% legat de malachit, restul de calcopirită (ganga fiind constituită, în principal, din feldspat și silicați secundari); mineralele de cupru, fin diseminate în gangă, au impus o măcinare avansată (100%<50 μm).

Procedeul de flotație aplicat implică următoarele faze.

a. Dispersia/depresarea selectivă a mineralelor de gangă, utilizînd un polimer acrilic de

joasă greutate moleculară (60 g/t) și metasilicat de sodiu (200 g/t).

b. Sulfurarea suprafeței mineralului oxidic de cupru (reactiv folosit : hidrosulfură de sodiu, 160 g/t) ; funcțiunea principală a sulfurării este aceea de stabilizare a interfeței mineral oxidic de cupru-soluție, atît prin împiedicarea solubilizării, cît și prin consolidarea stratelor superficiale.

c. Colectarea, utilizînd defenilguanidină (50 g/t), agent complexant selectiv față de suprafața mineralelor de cupru, împreună cu un ulei nepolar emulsionat, precum petrolul lampant (200 g/t) (acesta este preparat ca emulsie de 1%, în greutate, dispersat ultrasonic în apă distilată, folosind ca agent de emulsionare, un reactiv, Artic Sintex L (denumire comercială), care constă din monogliceridă de cocos sulfatată plus Na_2SO_4.

Difenilguanidina acționează ca un colector eficace pentru mineralele de cupru (sulfuroase sau oxidice), conferindu-le numai o slabă hidrofobicitate dar o puternică oleofilie ; adaosul de ulei nepolar, bine emulsionat, sporește hidrofobicitatea suprafețelor minerale acoperite cu difenilguanidină, ducînd la flotația selectivă a majorității mineralelor de cupru prezente. Principala caracteristică a acestui procedeu este eficiența și asigurarea unei viteze ridicate de flotație a tuturor mineralelor de cupru prezente.

d. Adaosul de spumant (20 g/t) ;

p*H* : 9,5—10 (realizat cu Na_2CO_3, care prezintă avantajul unei contribuții la dispersia mineralelor de gangă).

Reactivii, precum modificatorul de p*H*, dispersanții/depresanții pentru gangă, sînt adăugați în moară ; ceilalți, sulfurantul, difenilguanidina, uleiul emulsionat și spumantul sînt adăugați într-un condiționator înaintea flotației.

Aplicarea acestui procedeu la o instalație din Africa (de SV) a dus la obținerea de rezultate favorabile : concentrate cu 23,5% Cu_{total}(11,5% Cu_{ox}), cu o recuperare totală de circa 70%. De menționat costul redus al reactivilor utilizați (0,3 dol./t).

Folosind drept reactivi colectori, xantat și tionocarbamat (Z—200) au fost realizate recuperări de Cu similare, dar cu consumuri superioare de sulfurant (1750 g/t) și timpi de condiționare și flotație de 4—5 ori mai lungi (16 + 15 min, față de 3 + 4 min).

Procedeul extracției lichid-lichid este bazat pe următoarele considerații teoretice [38]. Cînd un amestec de două lichide nemiscibile sau parțial miscibile este supus unei operații de scuturare, rezultă o dispersie a unuia în celălalt. Această dispersie sau emulsie este însă instabilă fără ca un al treilea component, precum un agent superficial activ sau un solid fin măcinat să fie prezent. Dacă cele două lichide nemiscibile sînt un ulei nepolar (neutru) și apa, atunci, funcție de volumele relative ale celor două faze și de tipul de solid (sau agent superficial activ) prezent, va rezulta, fie o emulsie de ulei în apă (U/A), fie una de apă în ulei (A/U).

Udabilitatea solidelor de către lichide este descrisă de ecuația Young-Dupré :

$$\gamma_{SU} = \gamma_{SA} + \gamma_{AU} \cos \theta$$

unde :

θ este unghiul de contact măsurat în faza apoasă ;

γ_{SA}, γ_{AU} și γ_{SU} — tensiunile interfaciale solid/apă, apă/ulei și respectiv solid/ulei.

Cînd solidul se colectează la interfața lichid/lichid, aplicarea ecuației lui Young-Dupré duce la următoarele concluzii :

- dacă $\gamma_{SA} < \gamma_{SU}$, $\cos \theta$ va fi pozitiv și $\theta < 90°$; solidul va fi îndeosebi udat de faza aposă, deci cea mai mare parte a solidului va fi în faza apoasă ;
- dacă $\gamma_{SU} < \gamma_{SA}$, $\cos \theta$ va fi negativ și $\theta > 90°$; solidul va fi îndeosebi udat de faza organică și deci cea mai mare parte a solidului se va găsi în faza organică :
- dacă $\cos \theta = 0$, $\theta = 90°$, iar solidul va fi egal udat de fazele organică și apoasă.

Această teorie sugerează că dacă unghiul de contact și tensiunile interfaciale între fazele ulei, apă și solid sînt modificate prin utilizarea unui agent superficial activ potrivit, atunci este posibil a face ca particulele minerale dorite, fie să fie concentrate la interfața lichid/lichid, fie să fie extrase în faza organică.

8. *Flotația cu dispersie controlată*

Pornind de la constatarea că una din principalele cauze ale deteriorării selectivității, în cazul particulelor fine, este aglomerarea neselectivă a acestor particule, s-a considerat că găsirea unor dispersanți eficienți, care însă să nu afecteze procesul separării, poate fi una din căile îmbunătățirii rezultatelor.

În acest sens recent a fost pus la punct [15] un nou sistem de flotație, cu perspective de aplicare la o gamă largă de tipuri de minereuri.

Astfel s-a propus un procedeu de flotație, fără deșlamare, bazat pe dispersia gangei silicioase și carbonatice utilizînd un gel de silicat metalic. Experimentări de laborator au fost executate asupra unor taconite.

După măcinarea avansată a materialului (85% < 30 μm), fără o prealabilă deșlamare, este adăugat dispersantul (cca 500 g/t silicat feric), mineralul fiind condiționat 2 min la p*H* = 8—9. Flotația a fost executată utilizînd 500—750 g/t acid gras și 50 g/t petrol ; a fost obținut un concentrat de Fe cu 65% Fe și recuperare 87%, față de rezultatele obținute în cadrul procesului industrial, floculare selectivă — flotație cationică, în cadrul căruia se realizează o calitate comparabilă, dar 83% recuperare.

Trăsătura specifică a acestui proces este utilizarea unui reactiv preparat din silicat de sodiu,

săruri de metal solubile în apă şi un acid, care se adaugă tulburelii, pentru a obţine, după o condiţionare de nu prea lungă durată, dispersia dorită. Pare că reactivul de condiţionare utilizat în acest procedeu de flotaţie modifică caracteristicile superficiale ale particulelor de şlam neutil, aşa încît împiedică fixarea colectorilor anionici la aceste particule, care rămîn puternic hidrofile, deci neudabile. De asemenea, este posibil ca reactivul respectiv să acţioneze şi la suprafaţa mineralelor utile, în sensul creării unor condiţii mai favorabile adsorbţiei colectorilor şi deci al îmbunătăţirii flotaţiei. Combinarea sărurilor de metal polivalent cu silicat de sodiu are deci efecte favorabile flotaţiei. Cu alte cuvinte polimerizarea soluţiilor de silicat prin cationi polivalenţi şi/sau acid duce la crearea de condiţii optime de dispersie în flotaţie. Evident sînt necesare, în continuare, cercetări pentru elucidarea mecanismului de bază implicat în această tehnică.

9. *Flotaţia cu vacuum*

Cercetători sovietici au pus în evidenţă, încă cu peste 20 de ani în urmă [49], posibilitatea realizării în condiţii avantajoase a flotaţiei particulelor minerale foarte fine cu aer degajat din soluţie.

Procesul de degajare a gazelor dizolvate într-o soluţie prezintă particularităţi care indică posibilitatea utilizării lui la realizarea, în condiţii avantajoase, a flotaţiei minereurilor foarte fine, între care menţionăm :

— obţinerea unei suprafeţe de bule de aer cu mult superioare aceleia care se realizează în mod obişnuit în flotaţie ;

— obţinerea unor bule de dimensiuni sensibil mai mici decît în flotaţia obişnuită ;

— apariţia bulelor de aer în timpul procesului de degajare direct pe suprafaţa particulelor minerale şi cu atît mai intens cu cît această suprafaţă este mai hidrofobă, eliminînd astfel faza de ciocnire bulă-particulă din procesul flotaţiei convenţionale.

Degajarea aerului dizolvat în soluţie poate fi realizată, fie în condiţiile unei presiuni scăzute (procedeul cu vacuum), cînd tulbureala este în prealabil saturată cu aer la presiunea atmosferică iar flotaţia are loc la o presiune mai mică decît cea atmosferică, fie saturînd tulbureala cu aer prin aplicarea unei presiuni ridicate, flotaţia desfăşurîndu-se apoi la presiunea atmosferică (procedeul prin compresiune).

În condiţiile din flotaţie, unde în apă se găsesc mai multe faze solide, degajarea aerului se face, în cea mai mare parte, pe suprafeţele solide hidrofobe.

Klassen [49] a ajuns teoretic la această concluzie, comparînd lucrul necesar formării unei bule de aer în faza lichidă, cu cel necesar apariţiei aceleiaşi bule pe o suprafaţă solidă S-a constatat că cu cît suprafaţa solidă este mai hidrofobă, cu atît lucrul necesar în cazul al doilea este mai mic decît în primul caz sau, cu alte cuvinte, cu atît apariţia bulei pe suprafaţa solidă este mai probabilă decît apariţia ei în interiorul fazei lichide.

Aceasta este una din principalele caracteristici ale flotaţiei cu aer degajat din soluţie, care o fac aplicabilă cu succes în domeniul flotaţiei particulelor minerale foarte fine.

Asupra acestei metode de flotaţie, în speţă procedeul cu vacuum, au fost efectuate şi în ţara noastră cercetări destul de ample. Împreună cu prof. Huber-Panu, pe baza consideraţiilor teoretice şi a verificărilor experimentale făcute, am stabilit relaţia care exprimă legătura între principalii parametri ai acestei flotaţii şi extracţia de substanţă utilă în concentrat [50; 32].

Nu vom insista asupra acestor aspecte, ele au fost prezentate anterior, în mai multe ocazii ; vom sublinia numai rezultatele deosebit de favorabile obţinute prin aplicarea acestui procedeu la flotaţia mineralelor neferoase foarte fine.

Experimentările comparative de flotaţie cu vacuum şi de flotaţie convenţională, pe care le-am efectuat cu amestecuri polidisperse de minerale sulfuroase (galenă, blendă, pirită, cu gangă de cuarţ) fin măcinate (100%<30μm ; 50%<10 μm), au arătat obţinerea de indici sensibili superiori la flotaţia cu vacuum. De remarcat îmbunătăţirea apreciabilă a indicilor flotaţiei, deosebit de accentuată în cazul fracţiunii granulometrice cele mai fine (<10 μm) ; practic, flotaţia acestei fracţiuni se realizează la acelaşi nivel cu al fracţiunilor mai mari.

În prezent, aplicarea acestui procedeu la scară industrială este limitată la procesele de purificare a apelor. În ceea ce priveşte aplicarea sa în domeniul prelucrării minereurilor, actualmente în diferite ţări se manifestă un interes crescut faţă de acest procedeu, fiind în curs cercetări, pe diferite tipuri de minereuri, atît în laborator, cît şi la scară pilot.

10. *Electroflotaţia*

Numeroasele cercetări efectuate au evidenţiat influenţa pe care o poate avea mărimea bulelor de aer asupra ciocnirilor dintre ele şi particulele minerale. Îndeosebi în cazul particulelor fine s-a arătat creşterea probabilităţii ciocnirilor cu creşterea suprafeţei bulelor (numărul de ciocniri este proporţional cu patratul diametrului bulelor).

Procedeul electroflotaţiei — studiat îndeosebi în Uniunea Sovietică [51] — permite producerea de bule de gaz fine, prin electroliză ; experimentările sistematice executate au arătat că aceste bule permit realizarea în bune condiţii a flotaţiei particulelor sub 10 μm.

Cercetători sovietici au studiat influenţa p*H*-ului şi materialului de electrod asupra distribuţiei mărimii bulelor de hidrogen şi oxigen

produse prin electroliză. Ei conchid că prin alegerea potrivită a acestor variabile de lucru pot fi uşor obţinute bule cu o distribuţie restrînsă a mărimii, demonstrînd eficacitatea procesului la o alimentare de 86%<10 μm.

Cercetători americani au arătat că mineralele sulfuroase suferă schimbări fizico-chimice într-o celulă electrochimică, ce influenţează flotabilitatea lor [15].

Prin combinarea ingenioasă a celor două efecte poate fi realizată separarea mineralelor sulfuroase din minereurile fin diseminate.

Utilizarea electrolizei pentru obţinerea bulelor de gaz în procesul flotaţiei a fost sugerată de Elmore (Anglia) în 1904, dar nu a fost aplicată în practică [36].

În 1946 Olofinski şi colab. obţin un patent pentru o metodă de electroflotaţie a minereurilor. Ei au propus mai multe proiecte de maşini de electroflotaţie, tip laborator, bazate pe utilizarea gazelor formate în procesul electrolizei fazei apoase a tulburelii [51].

Principala particularitate a metodei de electroflotaţie constă în posibilitatea utilizării separate a hidrogenului electrolitic fără oxigen (sau invers), pentru tratamentul electrochimic al sistemelor care intervin în flotaţie (tulbureala, soluţiile de reactivi de flotaţie). În acest caz unul din gazele electrolitice, de ex. hidrogenul, este utilizat în combinaţie cu reactivii colectori pentru tratamentul fizico-chimic al suprafeţei minerale, în scopul de a mări hidrofobicitatea sa şi, împreună cu bulele de aer, ca mijloc pentru trecerea componenţilor utili în spumă. Cu alte cuvinte, în cadrul electroflotaţiei, procesul electrolizei fazei apoase a tulburelii este combinat cu flotaţia, în acest fel gazele electrolitice fiind utilizate, atît pentru tratamentul suprafeţei particulelor (în sensul măririi hidrofobicităţii lor), cît şi la mineralizarea bulelor de gaz.

Procesul electroflotaţiei duce la formarea de bule de gaz extrem de fin dispersate. Astfel, în timp ce mărimea medie a bulelor de gaz în flotaţia convenţională este de ordinul 0,8—0,9 mm, în maşinile de flotaţie de tip mecanic; de circa 2 mm, în maşinile de tip pneumatic; între 0,1—0,5 mm în flotaţia cu vacuum; dimensiunile bulelor de gaz în electroflotaţie sînt mai mici cu unul sau două ordine de mărime; în acest mod electroflotaţia asigură producerea unei mari cantităţi de bule de gaz fin dispersate, dimensiunile acestor bule variind între 8 şi 15 microni, după condiţiile electrolizei.

Variind densitatea curentului este posibil a crea concentraţia dorită de bule de gaz în mediul flotaţiei.

În timpul procesului electroflotaţiei se formează un mediu gazos cu o foarte mare suprafaţă totală (circa 200 miliarde bule pe metru pătrat de electrozi); aceasta creşte probabilitatea ciocnirilor bule-particule, precum şi adeziunea şi formarea de complexe puternice particulă-bulă, asigurînd posibilităţi mai bune pentru saturarea cu gaz a tulburelii şi pentru mineralizarea bulelor de gaz.

În timpul procesului electroflotaţiei este, de asemenea, posibilă o continuă reglare a dimensiunii bulelor. Variaţia parametrilor principali ai electrolizei, selecţia unei geometrii adecvate a suprafeţei electrodului şi alegerea valorii de p*H* corespunzătoare în tulbureală fac posibilă varierea dispersiei bulelor într-un domeniu larg de valori; această circumstanţă este de o deosebită importanţă practică, deoarece permite a obţine condiţii optime pentru flotaţie, în concordanţă cu compoziţia granulometrică a fazei solide a tulburelii de flotaţie.

Experimentările efectuate au arătat că prin asigurarea unei anumite valori a p*H*-ului, alegerea corespunzătoare a materialului şi geometriei suprafeţei electrozilor, ca şi reglarea densităţii curentului şi a parametrilor mediului (ca de ex. temperatura, diluţia tulburelii etc.) se poate obţine pentru gazele electrolitice o curbă de distribuţie predeterminată a mărimii bulelor.

S-a arătat că cea mai semnificativă influenţă asupra dimensiunii bulelor formate în timpul descompunerii electrolitice a apei o au valoarea p*H*-ului mediului şi materialul din care sînt confecţionaţi electrozii.

Hidrogenul şi oxigenul, produşi în timpul procesului de electroliză, sînt capabili a produce modificări semnificative ale proprietăţilor superficiale ale mineralelor, datorită adsorbţiei acestor gaze, schimbului de ioni, reacţiilor de oxido-reducere şi electrochimice.

Efectul fizico-chimic al gazelor electrolitice este datorat faptului că atunci cînd se formează în timpul procesului de electroliză, ele se află într-o stare foarte activă, adică sub formă de hidrogen şi oxigen atomic (activ).

În ciuda faptului că această formă atomică durează o perioadă de timp extrem de scurtă, din experimentările efectuate rezultă că această durată este suficientă pentru influenţarea interacţiunii dintre gaze şi minerale.

Gazele electrolitice produc transformări de oxido-reducere mai profunde ale suprafeţei mineralelor decît acelea produse de gazele moleculare. Această diferenţă este cel mai mult remarcată în cazul mineralelor sulfuroase.

În U.R.S.S. au fost construite mai multe tipuri de maşini de flotaţie pentru studii în laborator, al căror principiu de funcţionare are la bază utilizarea gazelor fin dispersate produse prin electroliza fazei apoase a tulburelii [51]. Diferenţa dintre aceste maşini de flotaţie şi cele de tip obişnuit constă în faptul că primele au montate celule electrolitice în partea inferioară a camerei de aeraţie. Acestea constau din electrozi, o membrană impermeabilă conductor de curent şi carcasa; în interior faza apoasă a

tulburelii este supusă electrolizei. Membrana împarte camera în două părți și deoarece electrozii sînt montați pe fiecare parte a sa, poate fi obținută utilizarea separată a celor două gaze electrolitice. Partea de sus a camerei servește a da unuia din cele două gaze electrolitice, posibilitatea acționării pe suprafețele minerale în combinație cu diferiții reactivi și, mai departe, executării flotației, fie numai cu ajutorul bulelor fin dispersate ale gazului respectiv, fie în combinație cu aerul. Partea de jos a camerei servește a produce un alt curent de lichid; acesta din urmă, circulînd în spațiul dintre electrozi, nu ia parte la flotație, însă efectuează îndepărtarea gazului de pe electrodul inferior.

Celulele electrolitice sînt făcute din material neconductor (de ex. compuși organici transparenți); electrodul de sus poate fi făcut din plasă de oțel inoxidabil, cel de jos din materiale compacte sau poroase (ex. grafit, oțel inoxidabil). Materialele trebuie să fie practic insolubile în faza lichidă a tulburelii.

Rezultatele obținute în timpul încercărilor acestor camere de flotație au fost utilizate ca bază pentru construcția în U.R.S.S. a unor mașini de flotație cu funcționare continuă (3 l), ele fiind de tipul cunoscut (Mehanobr) adaptate în sensul celor arătate mai înainte [51].

Experimentările vaste efectuate în U.R.S.S. au arătat rezultatele deosebit de favorabile obținute aplicînd electroflotația la un minereu de mangan (90% <10 μm), la recuperarea fracțiilor fine de diamante (<40 μm) a căror pierdere este practic inevitabilă în condițiile flotației convenționale, precum și în cazul unor minereuri cu sulfuri metalice.

De menționat că în cazul sulfurilor minerale, chimic mai active, ai căror ioni sînt capabili de schimbarea caracterului valenței lor, mai rapid și într-un mod deosebit, efectele de oxido-reducere a gazelor electrolitice par să devină mai intense.

Astfel, experimentările de flotație cu pirită în prezența xantogenatului de potasiu au arătat că bulele de oxigen electrolitic ar putea realiza o recuperare de 98% a mineralului, în timp ce hidrogenul practic nu realizează de loc flotația. Efectul de activare a oxigenului este așa de mare încît el poate fi cu succes utilizat în flotație, chiar într-un mediu alcalin.

S-a constatat că oxigenul electrolitic face suprafața particulelor de pirită și de alte sulfuri (calcopirită, blendă) așa de puternic hidrofobă încît nu mai este necesar a utiliza un reactiv de flotație. Trebuie însă atras atenția, totuși, că oxidarea intensivă a sulfurilor în condițiile electroflotației nu conduce întotdeauna la o activitate de flotație crescută a mineralelor.

Electroflotația diferă mult de la o sulfură la alta și este deci important a stabili, pentru fiecare caz particular, dacă această metodă va îmbunătăți recuperarea de substanță utilă, în comparație cu flotația convențională; aceasta datorită faptului că procesul de oxidare prin oxigen electrolitic, și ca urmare deci activitatea de flotație a sulfurilor, poate varia în mod apreciabil de la un caz la altul.

Electroflotația este deci un proces ce depinde de un mare număr de parametri, și numai o cercetare detaliată a modului lor de acțiune, pentru fiecare caz în parte, face posibilă conducerea corespunzătoare a procesului flotației.

Ca o concluzie, nu numai din cele prezentate mai înainte, dar și din numeroasele studii, cercetări, publicații, pe plan mondial, rezultă că așa-numita „criză" de care se pomenea cu cîțiva ani în urmă, în domeniul preparării substanțelor minerale utile, a fost net depășită.

Datorită creșterii vertiginoase a necesarului de materii prime minerale, se apelează la surse din ce în ce mai complexe, cu caracteristici mineralogice din ce în ce mai complicate, cu conținuturi utile scăzute etc. Răspunsul tehnologiei a fost însă prompt. Se poate afirma că în prezent, pe plan mondial, nu există tip de mineralizație de substanțe minerale utile, pentru care să nu fie posibilă aplicarea unei tehnologii de valorificare. De subliniat, îndeosebi, lărgirea spectaculoasă a gamei de reactivi utilizați, fie prin crearea de noi reactivi de flotație, cu caracteristici superioare de selectivitate, fie prin utilizarea de combinații de reactivi, produși pe scară mare în industria chimică și adaptați specificului tehnologiilor de valorificare.

Este o necesitate și pentru țara noastră ca în domeniul tehnologiei valorificării substanțelor minerale utile să asistăm, în anii ce vin, la progrese pe care viața ni le cere; sîntem la începutul unui nou cincinal, cel al calității și eficienței, în cadrul căruia dezvoltarea bazei proprii de materii prime minerale constituie un capitol din cele mai importante.

Pe această linie, cercetării științifice din domeniul nostru de activitate îi revine un rol, cum poate nu a avut niciodată pînă acum. Va trebui însă ca pe lîngă rezolvarea problemelor ridicate de necesitățile imediate, cercetarea să acorde o atenție mult sporită și problemelor de perspectivă, care — viața o va confirma — nu vor întîrzia să-și ceară soluționarea.

BIBLIOGRAFIE

[1] Trahar, W. Y., Warren, L. Y. *The flotability of very fine particles.* A review, International Journal of Mineral Processing, 3, no. 2, 1976.

[2] Somasundaran, P. *Processing mineral fines.* Engineering and Mining Journal, no. 12, 1979.

[3] Gaudin, A. M. *Flotation.* Mc. Graw-Hill Co., Inc., New York, 1957.

[4] Derjagin, B. V., Duchin, S. S. *Theory of flotation of small and medium size particles.* Bull. Inst. Mining and Metallurgy Trans., 70, febr., 651, 1961.

[5] Meloy, T. P. *The treatment of fine particles during flotation.* Froth Flotation, 50th Anniv. Vol., AIME Inc., New York, 1962.
[6] Wollers, K. *Die Flotation feinskörniger Mineralien.* Bergbauwissenschaften, **5**, 12, 1958.
[7] Suvanasing, P., Salmar, T. *Particle size in flotation studies.* Canadian Mining Journal, **91**, 12, 1970.
[8] Wichmann, A. P., Bhappu, R. B. *Effect of fine particle sizes on sulfide flotation.* Quarterly of the Colorado School of Mines, **50**, 2, April, 1955.
[9] Klassen, V. I., Mokrousov, V. A. *Vvedenie v teoriiu flotații.* Metallurghizdat, 1959, Moskva.
[10] Greene, E. W., Duke, Y. B. *Selective froth flotation of ultrafine minerals of slimes.* Mining Engineering, **14**, oct. 1962.
[11] Collins, D. N., Read, A. D. *The treatment of slimes.* Minerals Sience and Engineering, **3**, 2, april 1971.
[12] Rinelli, G., Marabini, A. M. *Flotation of zinc and lead oxide-sulfide ores with chelating agents.* Proceedings, X International Mineral Processing Congress, London, 1973, p. 20.
[13] Fuerstenau, D. W., Harper, R. W., Miller, Y. W. *Hydroxamate versus fatty acid flotation of iron oxide,* Trans. AIME, Vol. 247, 1970, p. 69.
[14] Warren, L. Y. *Slime coating and shear-flocculation in the scheelite-sodium oleate system.* Trans. Inst. of Mining and Metallurgy, Vol. 84, 1979, C 99.
[15] Fuerstenau, D. W. *Fine particle flotation.* Proceedings of the International Symposium on fine particles processing, Las Vegas, febr., 1980, Vol. 1.
[16] Auge, P., Bahr, A., Koser, H. *Selective depression of silicates in scheelite flotation with fatty acides.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress Cagliari, Italy, 1975, paper 26.
[17] Parkins, E. Y., Shergold, H. L. *The effect of temperature on the conditioning and flotation of an ilmenite ore, Flotation.* A.M. Gaudin Memorial Volume, AIME, New York, 1976, Ch. 20.
[18] Laapas, H. *An investigation of the effect of pulp temperature on the flotation of iron bearing oxide minerals with fatty acids.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Special Volume, Cagliari, Italy, 1975, paper 6.
[19] Kubota, T. et al. *A new method for copper-lead separation by raising the pulp temperature of bulk float.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Cagliary, Italy, 1975, Paper 22.
[20] Heide, B., Nölke, E. *Reinigung von Zinkkonzentraten durch umgekehrte Flotation.* Erzmetall, **31**, 1, 1978.
[21] Kulkarni, R. D., Somasundaran, P. *Effects of reagentizing temperature and ionic strenght and their interactions in hematite flotation.* Trans. AIME, Vol. 262, 1977, p. 120.
[22] Boutin, P., Wheeler, D. A. *Column flotation development using an 18-inch pilot unit.* Canadian Mining Journal, **94**, march, 1967.
[23] Narasimhan, K. S., Rao, S. B., Chandhury, G. S. *Column flotation improves graphite recovery.* Engineering and Mining Journal, **84**, may, 1972.
[24] Collins, D. N., Read, A. D. *The treatment of slimes.* Minerals Science and Engineering, **3**, april, 1971.
[25] Sastry, K. W. S., Fuerstenau, D. W. *Theoretical analysis of a countercurrent flotation column.* Trans. AIME, Vol. 247, 1970, p. 46.
[26] Frommer, D. W. *Preparation of nonmagnetic taconites for flotation by selective flocculation.* Proceedings, VIII International Mineral Processing Congress, Leningrad, 1968, Paper D—13.
[27] Usoni, L. et al. *Selective properties of flocculant and possibilities of their use in flotation of fine minerals.* Proceedings, VIII International Mineral Processing Congress, Leningrad, 1968, Paper D—13.
[28] Yarar, B., Kitchener, J. A. *Selective flocculation of minerals.* Trans. Inst. of Mining and Metallurgy, Vol. 79, 1970, C 23.
[29] Attia, Y., Kitchener, J. A. *Development of complexing polymers for the selective floculation of copper minerals.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Cagliari, 1975, p. 1233.
[30] Sresty, G. C., Somasundaran, P. *Beneficiation of mineral slimes using modified polymers as selective flocculants.* Proceedings, XII International Mineral Processing Congress, Sao Paolo, 1977, Special Publication, Vol. 1.
[31] Friend, J. P., Kitchener, J. A. *Some physicochemical aspects of the separation of finely-divided minerals by selective flocculation.* Chemical Engineering Science, Vol. 28, 1973, p. 1071.
[32] Pandelescu, C. *Cercetări asupra concentrării minereurilor foarte fin măcinate.* Studii tehnice și economice, Seria B, Nr. 51, 1977, I.G.G., București.
[33] Khavski, N. N. et al. *Clarification of water and aqueous solutions by the floto-flocculation methods.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Cagliari, 1975, p. 1345.
[34] Eigeles, M. A. et al. *Principles of theory and perspectives for the development of benefication methods for finely dispersed ores.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Cagliari, 1975, p. 1213.
[35] Grounds, A. *Fine-particle treatment by ultraflotation.* Mine and Quarry Engineering, march, 1964.
[36] Taggart, A. F. *Handboock of Mineral Dressing.* John Wiley and Sons, Inc., New York, 1948.
[37] Lai, R. W. M., Fuerstenau, D. W. *Liquid-liquid extraction of ultrafine particles.* Trans. AIME, Vol. 241, 1968, p. 549.
[38] Shergold, H. L. *Two-liquid flotation for the treatment of mineral slimes.* Industrie Minérale-Minéralurgie, nov. 1977.
[39] Zambrana, C. Z. et al. *Recovery of minus ten microns cassiterite by liquid-liquid extraction.* International Journal of Mineral Processing, Vol. 1, 1974, p. 335.
[40] Farnand, J. R. et al. *The beneficiation of gold ore by oil-phase agglomeration.* C.I.M. Bulletin, 62, 1969, p. 1326.
[41] Meadus, F. W. et al. *The upgrading of tin ore by continuous agglomeration.* C.I.M. Bulletin, 59, 1966, p. 968.
[42] Sirianni, A. F. et al. *Separation studies of iron ore bodies containing apatite by spherical agglomeration methodes.* C.I.M. Bulletin, 61, 1968, p. 731.
[43] Meadus, F. W. et al. *Fractionation of coking coals by spherical agglomeration methods.* C.I.M. Bulletin, 61, 1968, p. 736.
[44] Zuiderweg, F. J. et al. *Pelletizing of soot in waste water of oil gasification plants — the shell peletizing separator (S.P.S.).* Chemical Engineering, 220, 1968, p. 223.
[45] Gates, E. H. *Agglomeration flotation of manganese ore.* Transactions AIME, 208, 1957, p. 1368.
[46] Lapidot, M., Mellgren, O. *Conditioning and flotation of ilmenite ore.* Transactions IMM, 77, 1968, C 149.
[47] Shergold, H. L., Mellgren, O. *Concentration of minerals at the oil-water interface : hematite-isooctane water system in the presence of sodium dodecyl sulfonate.* Transactions IMM, 78, 1969, C 121.
[48] Rosas, J. E., Poling, G. W. *Emulsion flotation of non-sulphide copper ores.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Cagliari, Italy, 1975. p. 73.
[49] Klassen, V. I. *Theoretical basis of flotation by gas precipitation.* Proceedings, International Mineral Processing Congress, London, 1960, IMM ed. p. 309.
[50] Huber-Panu, I., Pandelescu, C. *Recherches concernant la flottation des minèrais sulfurés très finement broyés.* VIII Congr. International de Prep. des Minerais, Leningrad, 1968, Comunic. D—2.
[51] Glembotsky, V. A. et al. *Selective separation of fine mineral slimes using the method of electric separation.* Proceedings, XI International Mineral Processing Congress, Cagliari, 1975, p. 561.

Un subprodus al industriei petrochimice indigene a înlocuit parţial spumanţii pentru flotaţia minereurilor neferoase

Ing. **Simina Simon**
Centrala minereurilor Deva

Spumanţii utilizaţi în flotaţia minereurilor sînt substanţe organice capilar-active, cu molecula formată dintr-o grupă polară (OH ; COOH ; CO) şi o grupă nepolară, formată dintr-un radical hidrocarbonat cu 3—8 atomi de carbon.

În procesul de flotare, spumanţii sînt adsorbiţi la suprafaţa bulelor de aer, pe care le îmbracă cu un înveliş extrem de subţire, face spuma elastică, orientîndu-se cu partea polară spre tulbureală şi cu partea nepolară spre aer. Un bun spumant va scădea tensiunea superficială a apei la consumuri cît mai reduse, oferind condiţii normale pentru desfăşurarea procesului de flotaţie. Consumul de spumant variază între 20 şi 70 g/t, în funcţie de spumant şi de compoziţia chimico-mineralogică a minereului care se flotează.

În procesul de flotaţie a minereurilor neferoase de Cu, Pb, Zn, S, Au, Ag din ţara noastră, se utilizează frecvent, ca spumant, diferite produse de sinteză chimică pe bază de alcooli terpinici, aromatici, alifatici, pe bază de poliglicoli etc., sub diferite denumiri comerciale cum sînt : Flotanolul, Drufroth-ul, uleiul de pin, metil-izobutil-carbinolul etc. Aceşti spumanţi se procură din import-vest.

De asemenea, s-a mai folosit (în perioada 1971—1974) un spumant sovietic denumit T_{66} la flotaţia minereurilor aurifere şi cuprifere de la I.M. Baia de Arieş, I.M. Barza şi E.M. Deva.

Spumantul T_{66} este un subprodus rezultat la fabricarea cauciucului poliizoprenic.

La fabricarea cauciucului izoprenic de la Combinatul petrochimic Borzeşti rezultă un subprodus apropiat de T_{66} denumit DM-80.

Mostrele de DM-80 primite la C. M. Deva de la ICECHIM Bucureşti în anul 1979 s-au testat în laboratoarele I. M. Baia de Arieş şi I. M. Barza, dovedindu-se a fi corespunzătoare în procesul de flotaţie.

Pe baza acestor rezultate, C. M. Deva a solicitat I.C.P.M.M.N. Baia Mare, care este responsabilul unei teme de cercetare privind sinteza reactivilor de flotaţie, să continue experimentările cu DM-80 la flotaţia minereurilor de la I.M. Baia de Arieş. Paralel cu experimentările industriale de la I. M. Baia de Arieş, cu ajutorul specialiştilor în preparare de la E.M. Deva şi C. M. Deva, s-au efectuat şi la Uzina de preparare Deva experimentări industriale de lungă durată cu DM-80. La E. M. Deva s-au stabilit consumurile specifice, locul de adăugare a spumantului şi indicatorii tehnici care vor rezulta la flotaţia minereurilor cuprifere şi complexe care se prelucrează în Uzina de preparare Deva.

Începînd cu luna mai 1980, la Uzina de praparare Deva s-au înlocuit complet spumanţii din import cu acest subprodus al industriei petrochimice indigene.

Consumurile specifice ale spumantului indigen, realizate la flotaţia minereurilor cuprifere şi complexe, sînt mult mai mari decît consumurile specifice ale spumanţilor din import, dar chiar în aceste condiţii este foarte avantajos din punct de vedere economic folosirea acestuia la flotaţie, în locul produselor din import.

La sfîrşitul anului 1980, circa 50% din cantităţile de spumanţi din import s-au înlocuit cu DM-80, în prezent se utilizează DM-80 la flotaţia minereurilor cuprifere de la Bălan, Deva, Moldova Nouă în locul flotanolului F, flotanolului D_{14}, metil-izobutil-carbinolului sau a altor produse.

Consumul specific de DM-80 variază între 60 şi 200 g/t în funcţie de minereu şi, în primul rînd, funcţie de compoziţia chimică variază de la şarjă la şarjă, DM-80 fiind un subprodus al instalaţiei de fabricare a cauciucului izoprenic.

Produsul DM-80 s-a omologat în trim. I 1981 sub denumirea de „Spumant Borzeşti — 1" — SB—1.

Cercetările efectuate în perioada 1980—1981 de către ICECHIM Bucureşti şi I.C.P.M.M.N Baia Mare asupra spumantului SB-1 au arătat că acesta are o structură chimică complexă, fiind constituit din peste 30 componenţi. Majoritatea componenţilor au la bază nucleul dioxanic pe care se grefează diverse funcţiuni chimice ca : formoli, eteri, alcooli etc. Raportul dintre componenţi poate diferi în anumite limite.

Subprodusul SB-1 care se utilizează ca spumant în flotaţia minereurilor neferoase are următoarele caracteristici principale :

aspect, ...lichid uleios omogen ;
culoare,. . . . . .galbenă ;
densitate relativă la 25°C, . .1,04—1,08 ;
viscozitate la 25°C, cP,. . . . 10—25 ;
conţinut în apă, max., %, . . . 2 ;
punct de inflamabilitate °C, min, 86 ;
solubilitate în apă, la 20°C, . . 5% în greutate
p*H*-ul soluţiei apoase de 1%, . .neutru ;
putere de spumare, *P*, mm :
— la 25 mg/l min . . . . . .100 ;
— la 50 mg/l min . . . . . .150 ;
— la 100 mg/l min . . . . . 200 ;
stabilitate spumă, *T*, s :
— la 25 mg/l min . . . . . .0,70 ;

— la 50 mg/l min 0,75;
— la 150 mg/l min. . . . . .0,75.

Aceste caracteristici oferă subprodusului SB-1 însușiri spumante inferioare produselor din import, dar satisfăcătoare pentru a fi utilizat în procesul de flotație a minereurilor de cupru, plumb, zinc etc. La folosirea lui ca spumant, în majoritatea cazurilor, s-au obținut indicatori de calitate și extracție similari cu situația cînd s-au utilizat spumanți din import, cu mențiunea că, consumurile specifice au crescut chiar de 1,5 ori comparativ cu ceilalți spumanți.

Pentru dozarea spumantului în flotație, nu au fost necesare nici un fel de amenajări, el dozîndu-se ca atare în aceleași locuri ca și la restul spumanților utilizați în mod curent.

Spumantul SB-1 este caracterizat ca un produs cu toxicitate moderată, manipularea lui se face cu aceleași precauții ca și pentru ceilalți spumanți.

Omologarea acestui subprodus ca spumant pentru flotația unor minereuri neferoase (cuprifere și complexe) reprezintă o importantă realizare tehnică și o încununare a eforturilor depuse de specialiștii și cercetătorii în prepararea minereurilor de la C. M. Deva, I.C.P.M.M.N. Baia Mare și ICECHIM București.

În anul 1981, unitățile care aparțin de C. M. Deva vor consuma circa 700 t spumant SB-1, reducîndu-se deci efortul valutar pentru achiziționarea spumanților tip Flotanol.

Prin folosirea acestui suprodus, ca spumant, va crește eficiența economică a instalației de fabricare a cauciucului izoprenic de la Borzești și se vor reduce cheltuielile materiale pentru prelucrarea minereurilor neferoase.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Manualul inginerului de mine, vol. VI.* Ed. tehnică București, 1956, pag. 221.
[2] * * * *Documentație de omologare a reactivului spumant AGEFROM—1.* ICECHIM București, I.C.P.M.M.N. Baia Mare, 1980.

Economisirea energiei electrice la acționarea compresoarelor prin introducerea excitației statice cu tiristoare la motorul sincron

Conf. dr. ing. **E. Micu**
Institutul de învățămînt superior Baia Mare

I. Caracteristicile acționărilor cu motoare sincrone din industria minieră și de preparare

Numeroase utilaje din industria minieră și de preparare (compresoare de aer, pompe, ventilatoare, mori de minereu, concasoare, instalații de extracție cu grup Ward-Leonard etc.) sînt acționate cu motoare sincrone de puteri medii, mari și foarte mari (de la 100 kW la 10 MW), într-o gamă largă de turații (100...3 000 rot/min). Față de motoarele asincrone, motoarele sincrone prezintă indicatori energetici superiori și siguranță mai mare în funcționare, respectiv.

● Pot funcționa cu factor de putere unitar ($\cos \varphi = 1$); în regim supraexcitat funcționează cu factor de putere capacitiv, furnizînd rețelei de alimentare putere reactivă reglabilă, înlocuind în acest fel baterii de condensatoare costisitoare necesare îmbunătățirii factorului de putere.

● Au randament superior motoarelor asincrone (0,96—0,98 față de 0,88—0,95), datorită inexistenței pierderilor de putere în circuitul magnetic al inductorului.

● Au fiabilitate mai mare decît motoarele asincrone, datorită întrefierului de 2—4 ori mai mare. Uzura rulmenților nu afectează proprietățile motorului sincron, pe cînd la motorul asincron aceasta determină scăderea pronunțată a factorului de putere și duce adesea la avarii provocate de frecarea rotorului de stator.

● Scăderea tensiunii rețelei nu provoacă scăderea cuplului electromagnetic în aceeași măsură ca la motorul asincron; cuplul sincron este proporțional cu U, pe cînd cel asincron cu U^2. Datorită dependenței cuplului de curentul de excitație, la scăderea tensiunii rețelei, chiar cu 20%, printr-o forțare convenabilă a excitației se poate menține constant cuplul maxim, deci factorul de supraîncărcabilitate a motorului.

● La puteri peste 200 kW și turații sub 600 rot/min, motoarele sincrone sînt mai ieftine decît cele asincrone, iar la puteri peste 2 000 kW, masa motoarelor sincrone este mai mică cu 10—20% decît a motoarelor asincrone.

Inconvenientele motoarelor sincrone, legate de sistemele de excitație cu generatoare de curent continuu, mașini scumpe și cu întreținere pretențioasă, care necesită personal cu calificare ridicată, pot fi înlăturate prin introducerea sistemului de excitație statică, cu tiristoare, care îmbunătățește și indicatorii energetici ai acționării. Excitația statică, care permite adoptarea unor coeficienți de forțare de 2—2,5 față de 1,2—1,3 la excitația convențională, dacă este prevăzută cu reglarea automată a curentului de excitație, mărește stabilitatea motorului, evitînd ieșirea din sincronism la șocuri mari de sarcină sau la scăderea pronunțată a tensiunii de alimentare.

La adoptarea sistemului de excitaţie statică trebuie să se ţină seama de cerinţele impuse de maşina de lucru : cuplul de pornire, cuplul de intrare în sincronism, factorul de supraîncărcabilitate. Principalele caracteristici ale acţionărilor sincrone din minerit şi preparare sînt date în tabelul 1.

Tabelul 1

Cuplurile motoarelor sincrone necesare la acţionarea utilajelor din industria minieră şi de preparare

Specificaţie	Acţionări cu sarcină constantă sau lent variabilă (pompe, ventilatoare, turbocompresoare)	Acţionări cu sarcină pulsatorie (compresoare cu piston, pompe de mare adîncime)	Acţionări cu variaţii rapide de sarcină (concasoare, mori)
Cuplul de pornire în asincron, $\frac{M_p}{M_n}$	0,4—0,6 (pornire fără sarcină)	0,4—1 (pornire cu sarcină mică sau fără sarcină)	1,2—2 (pornire în sarcină)
Cuplul de intrare în sincronism, $\frac{M_{is}}{M_n}$	0,8—1,2	0,4—0,6	1—1,5
Factorul de supraîncărcabilitate, $\frac{M_{max}}{M_n}$	1,5—2	1,5—2,5	2,5—3,5

II. Efectele economice ale introducerii excitaţiei statice cu tiristoare la motoarele sincrone

Acţionările clasice cu motoare sincrone utilizează, pentru producerea curentului continuu de excitaţie, generatoare rotative de curent continuu, fie amplasate direct pe arborele motorului sincron, fie antrenate de motoare auxiliare asincrone. Acest sistem de excitaţie are randament scăzut, inerţie mare (constante de timp de ordinul zecimilor de secundă) şi necesită întreţinere costisitoare.

Dezvoltarea semiconductoarelor de putere (diode de siliciu şi tiristoare), marcată de apariţia unei noi discipline tehnice — electronica de putere — a permis crearea de sisteme de excitaţie statică, cu caracteristici tehnico-economice superioare, eliminîndu-se contactul mecanic perie — colector — sursă de defecţiuni frecvente. Excitaţia statică cu redresoare cu vapori de mercur (ignitroane sau excitroane) sau cu amplificatoare magnetice şi diode de putere, nu s-a răspîndit din cauza costului ridicat, al gabaritului mare sau al consumului excesiv de materiale deficitare (cupru).

Excitaţia statică cu tiristoare are inerţie mică (constante de timp de ordinul milisecundelor), permiţînd reglarea automată rapidă a curentului de excitaţie, şi se pretează la comutaţie statică — eliminarea contactoarelor electromagnetice costisitoare şi cu fiabilitate redusă, care conectează inductorul motorului sincron la sursa de curent continuu. Unicul dezavantaj al excitaţiei cu tiristoare — existenţa armonicilor superioare în reţea — poate fi diminuat printr-o schemă convenabilă de redresare. Excitaţia statică a maşinilor sincrone s-a instrodus mai întîi la generatoarele din centralele hidroelectrice, la care costul generatorului de curent continuu de excitaţie la turaţii joase măreşte excesiv costul instalaţiei energetice. La motoare apar dificultăţi la aplicarea excitaţiei statice, din cauza tensiunilor ridicate (de ordinul zecilor de kV), care se induc în înfăşurarea rotorului la pornirea în asincron, tensiuni care pot produce străpungerea ventilelor semiconductoare.

Indiferent de schema de redresare adoptată, monofazată sau trifazată, în stea sau în punte, cu sau fără transformator la reţea, cu punte semicomandată sau complet comandată (schemă care permite dezexcitarea rapidă prin trecerea redresorului în regim de invertor), introducerea sistemului de excitaţie statică cu tiristoare atrage după sine următoarele efecte economice.

1. Economii de energie electrică prin mărirea randamentului sistemului de excitaţie de la 0,6—0,7 cît are un grup rotativ motor-generator, la 0,8—0,9 (valorile inferioare la tensiuni mai mici).

2. Economii de energie electrică prin micşorarea curentului de excitaţie la sarcini mici, dacă sistemul de excitaţie este prevăzut cu regulator automat al curentului de excitaţie.

3. Economii de energie electrică prin micşorarea pierderilor de putere în reţele, ca urmare a funcţionării motorului la curent minim absorbit de la reţea (dacă se reglează automat factorul de putere al motorului sau puterea reactivă furnizată de motor reţelei).

4. Economii de materiale deficitare (cupru) prin micşorarea greutăţii sistemului de excitaţie. Masa totală a unui grup de excitaţie de 15 kW, format dintr-un motor asincron şi un generator de curent continuu, este de 440 kg, pe cînd a transformatorului de alimentare a redresorului este de numai 120—160 kg (în funcţie de schema adoptată).

5. Economii la fondul de investiţii, datorită costului mai redus al sistemului de excitaţie statică faţă de sistemul convenţional cu maşini electrice rotative (30—40 %).

6. Economii la cheltuielile de exploatare, deoarece sistemele de excitaţie statică nu necesită întreţinere sau reparaţii.

Ţinînd seama de aceste efecte tehnico-economice, un colectiv de cadre didactice şi studenţi de la Institutul de învăţămînt superior Baia Mare, în cadrul unor contracte de cercetare ştiinţifică încheiate cu Centrala minelor şi metalurgiei

neferoase, a realizat două prototipuri de sisteme de excitaţie statică cu tiristoare pentru motoare sincrone de 300 kW de acţionare a compresoarelor, aflate în prezent în funcţiune la exploatările miniere Herja şi Săsar.

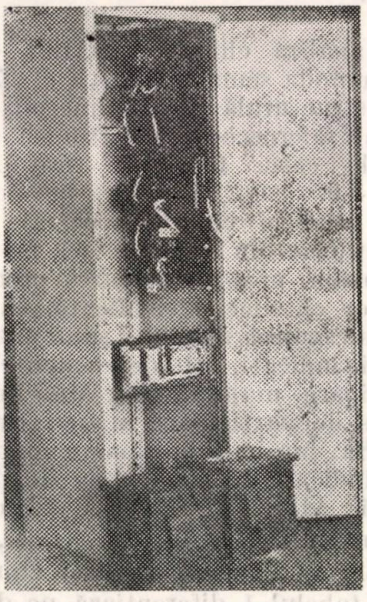


Fig. 1. Sistem de excitaţie statică cu tiristoare pentru motor sincron de 300 kW de acţionare a compresoarelor de la Exploatarea minieră Săsar

III. Descrierea prototipului industrial de excitaţie statică

Sistemul de excitaţie statică cu tiristoare a fost conceput după o schemă originală [1] pentru motoare sincrone de acţionare a compresoarelor de 45 şi 50 m³/min. Motorul sincron la care s-a instalat sistemul are următoarele date nominale: $P_n = 300$ kW; $U_n = 6$ kV; $I_n = 30{,}7$ A; $\cos \varphi_n = 1$; $n_n = 300$ rot/min; $I_{ex.n} = 128$ A; $U_{ex.n} = 52$ V; anul fabricaţiei 1979. A fost desfiinţat un grup de excitaţie format dintr-un motor asincron cu rotor în scurtcircuit de 15 kW; 380 V; 30 A; $\cos \varphi_n = 0{,}86$; 1460 rot/min; IP 44; 140 kg şi dintr-un generator de curent continuu cu excitaţie în derivaţie cu $U_n = 55$ V; $I_n = 130$ A; grad normal de protecţie IP 21; $m = 300$ kg. Sistemul de excitaţie statică cuprinde transformatoarele de alimentare, redresorul de putere cu tiristoare şi sertarul electronic de comandă şi reglare. Schema-bloc a instalaţiei este dată în figura 2.

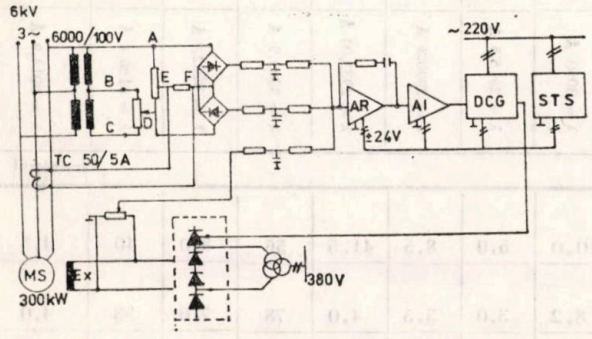


Fig. 2. Schema-bloc a sistemului de excitaţie statică cu reglare automată a factorului de putere a motorului sincron:

TT — transformator de tensiune de măsură; *TC* — transformator de curent; *AR* — amplificator regulator; *AI* — amplificator de intrare; *DCG* — dispozitiv de comandă pe grilă; *STS* — sursă de tensiune stabilizată.

Transformatorul utilizat este monofazat, de 5 kVA, 380/36 V, fabricat la „Electrotehnica" Bucureşti (tip TMAM). Instalaţia necesită două astfel de transformatoare sau un singur transformator de 10 kVA cu două înfăşurări secundare.

Redresorul de putere, amplasat împreună cu sertarul electronic în dulapul de automatizare existent la fiecare motor sincron, este realizat cu diode de siliciu tip TU-35 şi cu tiristoare tip T-210 K (fabricate la I.P.R.S. Băneasa). Protecţia la scurtcircuit este dată de siguranţe fuzibile ultrarapide.

Sertarul cu blocurile electronice, în construcţie modulară, pe plăci cu circuite imprimate cuplate cu conectoare priză — fişă cu 23 de contacte, este rabatabil şi conţine:

— transformatorul de sincronizare şi de alimentare a sursei nestabilizate (±35 V);

— sursa de tensiune stabilizată ±24 V;

— dispozitivele de comandă pe grilă;

— amplificatorul de intrare (tip AI2M);

— regulatorul (de tip AR).

Toate materialele, componentele şi aparatele folosite sînt de fabricaţie indigenă, majoritatea sînt tipizate şi aflate în producţie de serie. Prototipul s-a comportat bine în exploatare, la parametrii proiectaţi, economisindu-se aproximativ 45 000 kWh energie electrică anual.

BIBLIOGRAFIE

[1] Micu, E. *Instalaţie statică pentru excitarea motoarelor sincrone de putere medie.* Certificat de inventator Nr. 77183/1979.

Cîteva considerații fizico-chimice și geochimice asupra colectorului petrolifer din sarmațianul structurii Bragadiru

Prof. dr. ing. **I.D. Pârcălăbescu**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Sarmațianul structurii Bragadiru localizează un zăcămînt de țiței, a cărui productivitate este acceptabilă, cu toate că sistemul de hidrocarburi fluide prezintă un PVT care indică, la momentul inițial al exploatării, un țiței vîscos, $\mu_0 = 9$ cP, și cu o rație de soluție redusă, $r_0 = 25$ Nm³/m³. Productivitatea de care se amintea nu ar putea avea atributul menționat dacă și structura spațiului de pori ar fi o mare consumatoare de energie în procesul exploatării, pentru că la momentul inițial al exploatării, capacitatea energetică a zăcămîntului a fost modestă : $P_0 = P_{sat} = 70$ bari, zăcămîntul este puternic faliat, iar apele adiacente nu au avut un rol deosebit în exploatare [3]. Pentru aceasta ne-am propus să investigăm alcătuirea structurală a colectorului petrolifer. Sînt analizate (tab. 1) cinci carote aparținînd sarmațianului și una extrasă din albianul structurii. Studierea diagrafiilor geofizice ale sondelor ne-a permis, folosind doar fragmente asociate direct de sondele tabelului 1, să schițăm în figura 1 legătura dintre etajele geologice ale cretacicului mijlociu și stratele colectorului petrolifer din sarmațian.

Pentru a ilustra alcătuirea macro și microstructurală a carotelor luate în studiu s-a utilizat : analiza chimico-spectrală de emisie (tab. 1), metoda semicantitativă [1 ; 7], analiza roentgenostructurală [2 ; 13] metoda difracției (fig. 2) și microscopia electronică cu baleaj [5, 9], ale cărei fotografii sînt redate în figurile 3—9.

Datele analizei chimico-spectrale (tab. 1), corelate cu cele din lucrarea [8], ne-au permis să menționăm, prin participarea procentuală a elementelor chimice identificate, că predominanți, în alcătuirea mediului solid analizat, sînt carbonații, indicați, atît de elementele chimice de participare majoră : Ca, Mg, Fe, Mn, cît și de cele de participare micro : Sr, Zn, Cu, Pb, Bi, Ba, iar în subordonare sînt aluminosilicații, indicați de elementele de participare însemnată : Al, Si, Mg, Fe și de cele de participare micro : Li, Na, Ti, Cr, Ni, V, Mo, Ga, B, Be, Zr, Ru. Datele analizei chimico-spectrale din tabelul 1 diferențiază pe de o parte calcarul din albian de gresiile calcaroase sarmațiene, iar între acestea carotele 4 și 5 apar cu un conținut mai crescut al elementelor chimice strîns asociate de mineralele argiloase. Participarea deosebit de însemnată a Si, depășind pe cea corespunzătoare aluminosilicaților [1 ; 2 ;

Analize chimico-

Nr. carotei	Sonda nr.	Adîncimea, m	Descrierea litologică a carotei	Ca		Si		Al	Mg	Fe	Mn	Na	Li	Ti	Cr
				λ = 2721,6 Å	λ = 3269,1 Å	λ = 2568,6 Å	λ = 2577,1 Å	λ = 3050 Å	λ = 2915,5 Å	λ = 2990,3 Å	λ = 2933,06 Å	λ = 3302,9 Å	λ = 3232,6 Å	λ = 3186,4 Å	λ = 3014,9 Å
				Parametrul											
1	1 432	760,43	gresie calcaroasă	73	35	95	86	10,0	5,0	8,5	41,5	56	8,0	40	4,5
2	1 432	762,84	gresie calcaroasă	83	36	95	84	8,2	3,0	3,5	4,0	78	7,0	53	4,0
3	482	775,41	gresie calcaroasă	74	38	97	95	13,8	3,5	9,0	36,0	55	10,5	48	1,5
4	482	776,05	gresie calcarasă	79	41	99	92	13,0	4,5	5,0	26,5	57	6,0	48	10,0
5	482	776,31	gresie calcaroasă	73	34	104	93	24,5	3,0	12,0	33,0	54	16,0	76	8,0
6	266	858,61	calcar	86	43	43	27	3,0	4,5	3,0	4,0	21	—	43	—
Estimarea gamei de participare procentuală [7]				10	30	10	30	30	10	8	0,3	0,3	0,1	0,03	0,03

6; 7; 11], atenţionează asupra prezenţei, în mediul solid analizat, a silicei [8].

Pentru a cunoaşte în detaliu alcătuirea chimico-mineralogică a mediului solid cercetat, este obligatorie analiza roentgenostructurală a carotelor supuse investigării. Aceasta s-a făcut folosind difractometrul de raze X, DRON—1, care a permis obţinerea difractogramelor prezentate în figura 2. Interpretarea difractogramelor [2; 8; 11; 13] dă posibilitatea menţionării compoziţiilor chimico-mineralogice.

Difractograma 6, aparţinînd calcarului albian, are în participare predominantă calcitul manganian, căruia i se alătură silicea şi structurile chimico-mineralogice ale interstratificărilor mixte ordonate clorit-montmorillonit, correnşit, precum şi montmorillonitele (tab. 2).

Difractograma 5 aparţine unei gresii calcaroase din sarmaţianul superior, productiv în sonda 482, şi are în componenţa ei, în cantitate predominantă, calcitul manganian, în subordonare silicea şi interstratificările clorit-montmorillonit şi correnşit, precum şi montmorillonite.

Difractograma 4 aparţine unei gresii calcaroase, aflate puţin mai sus de carota 5, şi are în alcătuirea ei, pe lîngă calcit manganian, silice şi mineralele argiloase găsite anterior, şi structura cristalină a cymritului, un aluminosilicat bogat în bariu, a cărui formulă chimico-mineralogică este $BaAlSi_3O_8[OH]$.

Difractograma 2 indică prezenţa aceloraşi minerale identificate în carota 4, cu menţiunea că prezenţa calcitului apare într-o concentraţie mai mare faţă de carota 4.

Difractogramele 3 şi 1 seamănă sensibil între ele, deşi sînt din două sonde diferite, însă aparţin aceleiaşi părţi superioare a tubului de curent *a*, aşa cum s-a ilustrat în schiţa din figura 1. Carotele 3 şi 1 au o varietate de calcit manganian, cu o componentă mai crescută [8] în $MnCO_3$, faţă de probele anterior prezentate. Silicea este şi ea prezentă alături de mineralele argiloase de interstratificare mixtă ordonată clorit-montmorillonit, correnşit şi montmorillonite. Difractogramele, în modul de redare din figura 2, au scopul de a pune în evidenţă calcitul şi silicea, în domeniul $2\theta = 20° - 50°$ şi argilele în domeniul $2\theta = 2° - 9°$ (aceasta s-a făcut cu tendinţa de a economisi spaţiul grafic). Analizele roentgenostructurale şi chimico-spectrale se complementează în modul cel mai adecvat. Bunăoară, prezenţa bariului este pusă în evidenţă pentru carotele 2 şi 4, atît de difractograme, cît şi de analizele chimice (tab. 1 şi 2), la fel participarea foarte ridicată a siliciului este resubliniată de participarea însemnată (în gama 15—20%) a silicei [8], menţionată în difractograme de pik-ul din domeniul 4,33 Å, nu prea intens, dar destul de lat. Prezenţa cloritelor şi montmorillonitelor în carotele analizate face ca participările Mg şi Fe să fie ridicate.

Tabelul 1

spectrale

Ni	V	Cu	Mo	Zn	Ga	B	Be	Sr	Ba	Pb	Bi	Zr	Ru
λ = 3414,7 Å	λ = 3185,3 Å	λ = 3273,9 Å	λ = 3132,5 Å	λ = 3282,3 Å	λ = 2943,6 Å	λ = 2497,7 Å	λ = 3130,4 Å	λ = 3464,4 Å	λ = 3071,5 Å	λ = 2833,06 Å	λ = 3067,7 Å	λ = 3438,2 Å	λ = 3498,9 Å
spectral $I_t - I_f$													
5,0	—	75	—	3,8	2,0	—	—	100	—	7,0	35	3,0	26
4,0	—	57	—	4,1	2,0	—	—	200	7,2	—	15	5,0	27
6,5	—	82	2,2	5,8	3,5	—	—	135	—	5,5	31	6,5	30
9,5	3,0	71	1,5	—	3,0	—	—	141	5,8	12,0	18	9,5	27
9,5	11,3	49	2,8	17,2	4,5	6,0	16	68	—	—	33	26,0	36
—	—	61	—	—	—	—	—	19	—	—	9	—	32
0,003	0,03	0,003	0,001	0,1	0,003	0,01	0,001	0,3	0,3	0,03	0,003	0,01	0,03

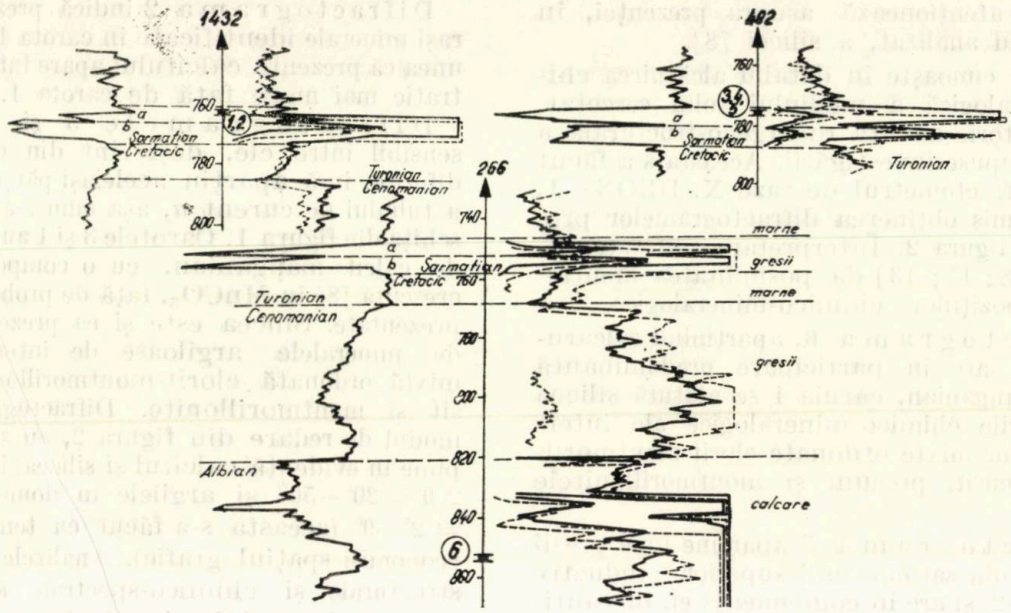


Fig. 1. Paralelizarea diagrafiilor geofizice ale sondelor 1432, 482 şi 266.

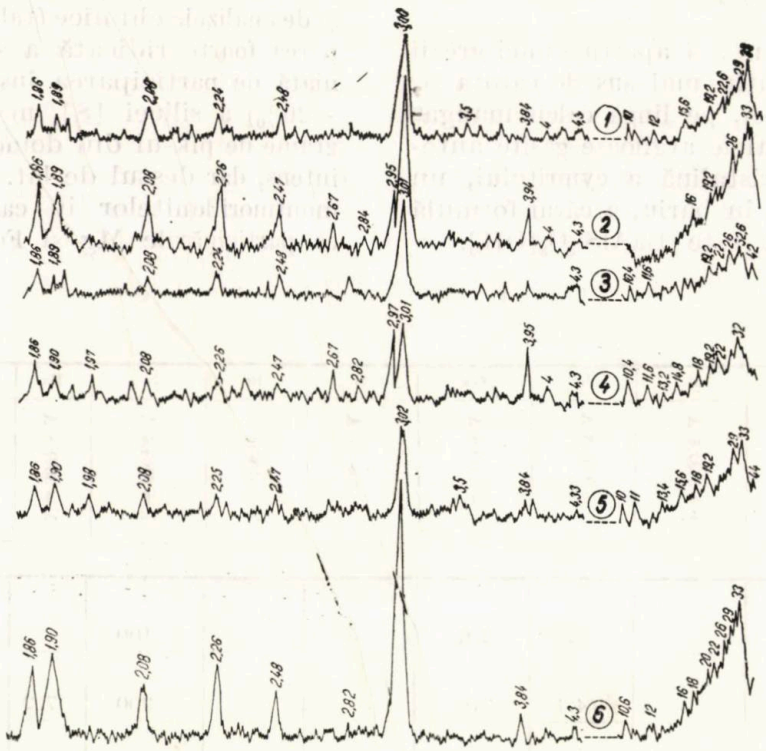


Fig. 2. Difractograme de raze X.

Analizele chimico-structurale pentru carotele din sarmaţian sînt similare cu unele din analizele chimico-structurale făcute asupra mediului solid din albianul zonei [8]. Calcitul manganian este carbonatul cu ponderea cea mai mare în albian. S-au întîlnit, de asemenea, orizonturi cu conţinut în bariu ridicat, cum a fost cazul carotelor conţinînd cymrit, iar mineralele cloritoase şi interstratificările cu montmorillonit sînt de asemenea preponderente în unele orizonturi ale albianului din zonă, după cum prezenţa silicei, în gama menţionată anterior, este de asemenea o caracteristică a albianului.

Analizele chimico-structurale sînt cea mai bună dovadă a faptului că roca-mamă pentru gresiile calcaroase din sarmaţian este reprezen-

Fig. 3. Carota 1. Mărire 180 X. Secţiune în planul de stratificaţie

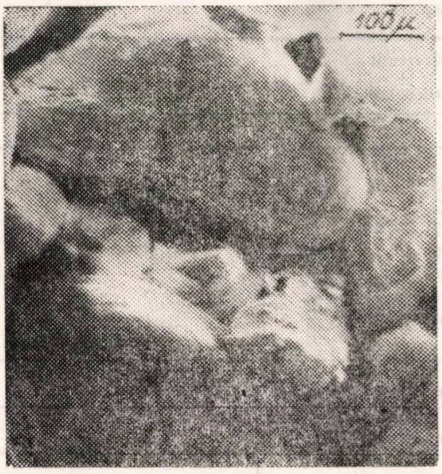


Fig. 4. Carota 1. Mărire 180 X. Secţiune perpendiculară pe planul de stratificaţie

Fig. 5. Carota 4. Mărire 600 X. Secţiune în planul de stratificaţie

Fig. 6. Carota 4. Mărire 100 X. Secţiune perpendiculară pe planul de stratificaţie

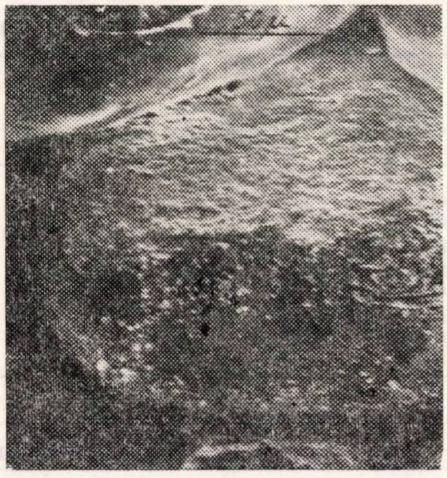


Fig. 7. Carota 4. Mărire 600 X. Secţiune perpendiculară pe planul de stratificaţie

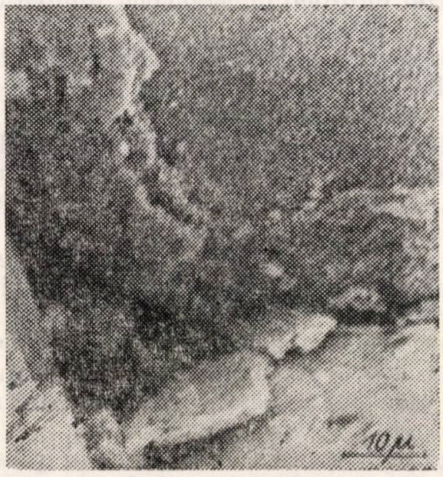


Fig. 8. Carota 1. Mărire 1800X. Secţiune în planul de stratificaţie

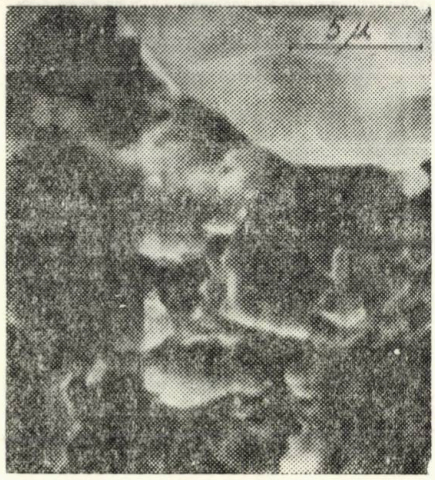


Fig. 9. Carota 6. Mărire 6000X. Structura microporoasă a calcarului albian.

generînd o porozitate intergranulară însemnată, pusă în evidenţă de fondul închis-negru al interstiţiilor. Menţionăm că în microscopia electronică cu baleaj [5; 9; 11] cantitatea de electroni secundari recepţionaţi portretizează proba investigată, redîndu-i foarte detaliat topografia, deoarece o masă mai mare de electroni secundari este captată de la punctele mai înalte, de unde şi culoarea deschisă în comparaţie cu punctele mai joase ale probei de analizat, care apar în tente închise, tinzînd spre negru pentru suprafeţele aflate la mare adîncime. Stereomicrofotografia pune în evidenţă doar granule de calcar.

În figura 4 se redă o secţiune perpendiculară pe cea a feţei carotei prezentată în figura 3. Se observă aceleaşi granule rulate ale calcarului şi o similară porozitate intergranulară.

Tabelul 2

Serii de difracţie a razelor X

Calcit		Cymrit		Correnşit + etilenglicol		Clorit-montmorillonit + etilenglicol	
d/n	I	*d/n*	I	*d/n*	I	*d/n*	I
3,86	12	3,95	10	32—33	*p*	42—44	*p*
3,03	100	2,95	10	16,2	*p*	20,7	*p*
2,49	14	2,67	9	10,7	*m*	10,7	*m*
2,28	4	2,32	4	8,1	*m*	6,9	*m*
2,09	17	2,24	6	4,6	*m*	5,9	*m*
1,92	17	2,21	6	4,0	*m*	3,7	*m*
1,91	5	1,99	5	3,6	*m*	3,4	*m*
1,87	18	1,85	6			3,2	*m*

p-puternică *m*-medie

Prime plane bazale (001) la montmorillonite + etilenglicol

12	18	20	22	24	26

tată de calcarele albiene din zonă, în care intră structurile chimico-mineralogice identificate în prezentele analize.

Analizele roentgenostructurală şi chimico-spectrală din prezenta lucrare şi din [8] ne-au sugerat ideea să urmărim dacă nu cumva mineralele argiloase şi silicea sînt incluse în masa carbonaţilor, atît a rocii-mame — calcarele albiene, cît şi a rocii-fică — gresiile calcaroase din sarmaţian. Dacă lucrurile vor sta aşa, atunci această alcătuire va influenţa structura spaţiului poros al colectorului de hidrocarburi fluide din sarmaţian.

Investigarea structurii spaţiului poros s-a făcut cu ajutorul microscopiei electronice cu baleaj, care ne-a permis să realizăm stereomicrofotografiile din figurile 3—9.

În figura 3 se redă o secţiune în planul de stratificaţie al carotei 1, punîndu-se în evidenţă granule bine rulate, cu diametre echivalente cuprinse între 150 şi 400 microni, particulele

În figura 5, la o mărire mai crescută, se redă situaţia dintr-unul din planele de stratificaţie ale carotei 4. Se poate reţine din stereomicrofotografie, în colţul din stînga sus, puntea de legătură dintre granule, punte cu structură calcitică, calcitul fiind liantul acestor particule ale gresiilor calcaroase analizate. Punţi calcitice se observă şi în stereomicrofotografia din figura 4.

În figura 6 se redă o secţiune perpendiculară planurilor de stratificaţie din carota 4. Se observă un „pod" creat de o placă de calcar, a cărei grosime este de 125 microni, pe care repauzează particule rulate de calcar, iar această situaţie face ca suprafaţa înnegrită oferită curgerii fluidelor să fie deosebit de mare. Aceasta este o evidentă ilustrare a faptului dece porozitatea [3] acestui tip de rocă se apropie de 40%. Carota 1 are o porozitate de 35,7%, carota 2 de 35,3%, carota 3 de 39,5%, carota 4 de 39,8% şi carota 5 de 40,6%.

În figura 7, la o mărire de 600 X, se prezintă, într-o secțiune perpendiculară pe planul de stratificație, situația pentru carota 4. Foarte expresivă apare structura suprafeței granulei centrale depusă cu suprafața mai mare X, Y în planul de stratificare și oferind pe axul Z grosimea acestei paiete de calcar măsurînd 70 microni. Sugestive apar și liniile de contact ale paietei centrale cu grăuntele rulat de deasupra-stînga și mica paietă din colțul din dreapta-sus. Bine portretizat apare și interstițiul dintre particule, ilustrînd un mod de comunicare aparte între spațiile de curgere de diferite dimensiuni și forme. Dimensiunea Z a spațiului observat în prim-planul fotografiei are mărimea de peste 130 microni, similară celei de sub podul prezentat în figura 6. Dealtfel și celelalte stereomicrofotografii scot în evidență formele și dimensiunile spațiilor oferite curgerii fluidelor, spații cu o bună comunicare, dar cu un înalt grad de întortochiere și cu o rugozitate accentuată.

În figura 8, la o mărire de 1800X, se prezintă situația dintr-o secțiune dintr-unul din planele de stratificație ale carotei 1. Detaliată apare atît forma cît și structura suprafeței granulei de calcar care domină suprafața stereomicrofotografiei. Granula prezintă la exterior o structură puternic alterată (a se vedea și fig. 3), din care s-au detașat suprafețele sferice mai mici căzute la baza granulei. Ilustrativ este și modul de contactare a granulelor, interstițiul oferit și modul de umplere a acestui interstițiu. În această stereomicrofotografie se observă lipsa totală a altor minerale, nici urmă de minerale argiloase sau silice, ci numai granule de calcit, iar liantul dintre granule este format tot din calcit. Dealtfel și celelalte stereomicrofotografii redau participarea unică a particulelor de calcar și lipsa totală a particulelor mineralelor argiloase și a silicei, situații distincte de structurile spațiilor poroase ale colectoarelor de hidrocarburi fluide prezentate în lucrările [5; 9; 11], unde în interstiții apăreau prezente mineralele argiloase și/sau silicea.

Analizele roentgenostructurală și chimico-spectrală pun în evidență participarea mineralelor argiloase și a silicei în mediul solid analizat. Faptul că microscopia electronică cu baleaj nu pune în evidență, chiar la măriri mari, prezența aparte a argilelor și/sau silicei, ne permite să afirmăm că cristalitele mineralelor argiloase și silicea sînt fin diseminate în masa calcarelor. Întîi în roca-mamă — calcarul albian, așa cum se ilustrează în figura 9, la o mărire de 6000 X, unde nu se observă forme geometrice-structurale specifice mineralelor argiloase sau silicei [5; 9; 11], ci numai stratificările specifice calcarelor din albian, reprezentate de carota 6. În această stereomicrofotografie se observă existența unor micropori, suprafețele de culoare negru absolut, care determină și prezența apei interstițiale, ireductibile, care influențează și diagrafia geofizică (fig. 1). În consecință și în roca-fică — gresiile calcaroase sarmațiene nu se observă prezența aparte a mineralelor argiloase sau silicei, iar granulele de calcar prezintă micropori.

Lipsită de cimentul argilos sau silicios, și în prezența cimentului calcitic, structura spațiului de pori al gresiilor calcaroase analizate va prezenta proprietăți de suprafață specifice, fapt ce va determina și o anumită participare, mai redusă, a apei interstițiale. Lipsită de cimentul argilos și silicios, și în prezența cimentului calcitic, structura spațiului de pori al acestui tip de colector de hidrocarburi fluide va influența și răspunsurile diferitelor „log-uri" geofizice utilizate în geofizica de sondă [5].

Lipsită de cimentul argilos, porozitatea și, implicit, permeabilitatea structurii poroase a acestor gresii calcaroase nu vor fi atît de puternic afectate de procesul de umflare a mineralelor argiloase, pus în evidență în lucrarea [12].

Lipsită de cimentul silicios, gresia calcaroasă analizată prezintă o porozitate ridicată, deoarece este arătat și de alte lucrări bunăoară [5], porozitatea descrește rapid cu depunerea cimentului silicios în pori, pentru că cimentul silicios nu are nici un fel de microporozitate, spre deosebire de cimentul calcitic care, așa cum s-a observat în stereomicrofotografiile redate, prezintă o microporozitate.

Grăunții bine rulați și grosieri, precum și plăcile (fig. 3—8) atestă că gresiile calcaroase sarmațiene s-au format în zona de coastă, calcarele albiene fiind roca-mamă pentru aceste gresii calcaroase. Lipsa particulelor foarte fine atestă că sîntem chiar în zona de coastă a bazinului de sedimentare, care avea curenți de coastă puternici, capabili să detașeze din calcarul microporos din albian (fig. 9) bucățile alterate la zi în timpul exondării dintre senonian și sarmațian, să ruleze intens particulele calcaroase și, în același timp, să îndepărteze de coastă particulele foarte fine spre largul bazinului de sedimentare.

Apele de zăcămînt în procesul petrodiagenezei [6] nu prea intens, apreciind după gradul de transformare a mineralelor (tabelul 1, roentgenogramele 1—5 și stereomicrofotografiile 3—8), pentru că temperatura și presiunea din sistem au fost reduse, ținînd seamă de cota de adîncime la care s-a aflat sistemul în timpul geologic, nu au realizat decît un modest ciment calcitic, pentru că gradul de cimentare a acestor gresii calcaroase este totuși slab.

Un alt fapt pe care vrem să-l prezentăm este cel al neuniformității structurale privită atît la scara zăcămîntului, cît și la cea zonală. La scara zăcămîntului sînt datele analizelor prezentate; la scara zonală datele analizelor efectuate în această lucrare ar apropia alcătuirea chimico-structurală a gresiilor calca-

roase sarmaţiene cercetate de un nivel al calcarelor albiene conţinînd mai multe argile [8], în comparaţie cu nivelul de la care s-a prelevat carota 6 (fig. 1).

Dacă am admite supoziţia că rata de sedimentare ar fi în gama a 20 mm/1000 ani [4] am avea o imagine asupra funcţiei de timp în procesul de formare a sedimentelor, căreia asociindu-i funcţia locului de formare a rocilor, care determină mărimile de temperatură şi presiune, şi ţinînd seamă de alcătuirea structurală a mediilor în contact şi de volumul lor, ne-am putea explica de ce această diferenţiere în analizele structurale efectuate asupra mediului solid cercetat.

De aceea, în problemele ingineriei zăcămintelor de hidrocarburi fluide parametrii ecuaţiei fundamentale a energiei :

$\mathscr{R}$ — alcătuirea structurală a materiei;
V — volumul ei;
T — temperatura;
P — presiunea din sistem,
t — timpul geologic,

trebuie incluşi, atît în problemele modelării formării zăcămintelor, cît şi în cele ale exploatării acestor sisteme deosebit de complexe şi eterogene [10].

Concluzii

- Gresiile calcaroase sarmaţiene au ca rocă-mamă, sursă de formare, calcarele albiene aflate în zonă.
- Alcătuirea chimico-mineralogică a acestor gresii calcaroase derivă din alcătuirea structurală a calcarelor albiene.
- Cum calcarele albiene conţin, fin diseminate, în ele cristalitele mineralelor argiloase şi silicea, şi gresiile calcaroase sarmaţiene au aceste compoziţii chimico-mineralogice pentru granulele lor tot în aceeaşi stare.
- Ca atare, liantul acestor gresii rămîne calcitic, iar structura spaţiului de pori al acestor gresii este lipsită, atît de cimentul argilos, cît şi de cel silicios, şi deci :

— alcătuirea chimico-mineralogică, structurală a spaţiului de pori al gresiilor va genera anumite proprietăţi fizico-chimice : porozitate, permeabilitate, saturaţie în apă interstiţială, rezistivitate, potenţial spontan ş.a., de aceea : această alcătuire micro şi macrostructurală a mediului solid poros-permeabil analizat — nu prea mare consumator de energie — explică comportarea în exploatare a zăcămîntului de ţiţei din sarmaţianul de la Bragadiru, menţionată în introducerea la această lucrare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ahrens, L. H. *Spectrochemical analysis.* Addison-Wesley Publ. Co., London, 1961.

[2] * * * *Index to the powder diffraction file.* 1966. A.S.T.M. Publ., Philadelphia.

[3] Ioachimciuc, R. *Creşterea factorului final de recuperare la zăcămîntul de ţiţei din sarmaţianul de la Bragadiru.* Arhiva I.C.P.P.G., Cîmpina, 1975.

[4] Jäger, E. *Evolution of the european continent.* Lectures in isotope Geology, Springer-Verlag, Berlin, 1979.

[5] Kieke, E. M., Hartmann, D. J. *Detecting microporosity to improve formation evaluation.* Journal of Petroleum Technology, october, 1974.

[6] Pârcălăbescu, D. I. *Cîteva consideraţii geochimice în legătură cu compoziţia mineralogică a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.* Petrol şi Gaze, 14, nr. 8, 1963.

[7] Pârcălăbescu, D. I. *Determinarea compoziţiei chimice a mediului solid din neogenul structurii petrolifere Moreni-Gura Ocniţei.* Chimie analitică, II, nr. 3, 1972.

[8] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuţie la cunoaşterea proprietăţilor fizico-chimice ale mediului solid al unor zăcăminte de hidrocarburi fluide localizate în albianul zonei centrale a Platformei moesice.* Buletinul Institutului de petrol, gaze şi geologie, Bucureşti, XIX, 1972.

[9] Pârcălăbescu, D. I. *Structura spaţiului poros al colectoarelor de hidrocarburi fluide observată la microscopul electronic cu baleaj.* Mine, Petrol şi Gaze, 27, nr. 2, 1976.

[10] Pârcălăbescu, D. I. *Proiectarea exploatării zăcămintelor de hidrocarburi fluide.* Institutul de petrol şi gaze, Ploieşti, 1980.

[11] Pârcălăbescu, D. I. *Cîteva consideraţii fizico-chimice şi geochimice asupra gresiei de Kliwa a colectorului petrolifer din structura Geamăna.* Mine, Petrol şi Gaze, **31**, nr. 12, 1980.

[12] Pârcălăbescu, D. I. *Apa singenetică cel mai adecvat dislocuitor al ţiţeiului în condiţii de zăcămînt.* Mine, Petrol şi Gaze, **32**, nr. 3, 1981.

[13] Thorez, J. *Phyllosilicates and clay minerals.* G. Lelotte, Belgique, 1975.

UN NOU ECHIPAMENT PENTRU SUSȚINEREA ANCORATA

Firma Atlas Copco a realizat o instalație de ancorare complet mecanizată și telecomandată. Instalația Boltec 500 este capabilă să fixeze ancore cu rășini și cu fricțiune, ancore

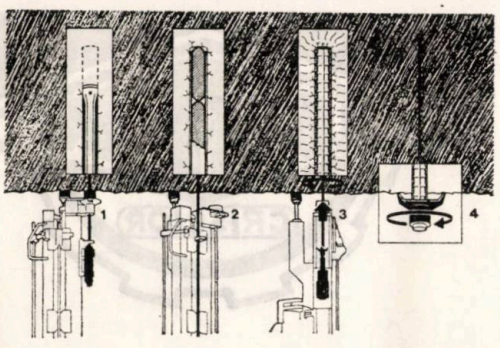


Fig. 1. Montarea ancorelor cu instalația Boltec 500 :
1 — perforarea găurii ; *2* — introducerea cartușelor cu rășină cu aer comprimat ; *3* — introducerea tijei și rotirea ei ; *4* — tensionarea ancorei prin inversarea sensului de rotire a dispozitivului

cimentate punctiform și continuu. De asemenea, noul tip de ancoră cu cap expandabil Swellex poate fi montat cu această instalație.

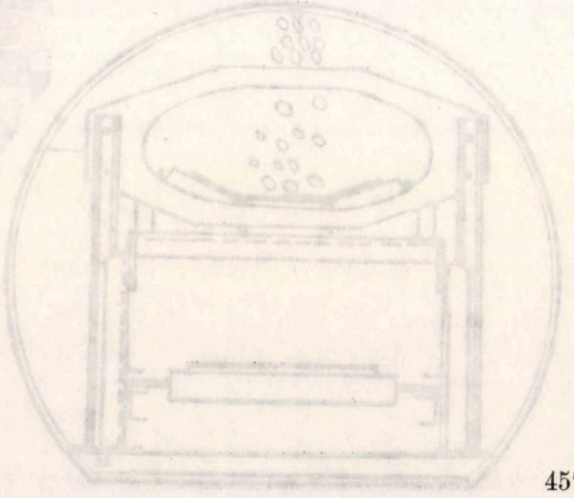
Dispozitivul-cheie al instalației este un cap-revolver divizat (turelă) echipat cu două sănii hidraulice independente pentru forarea găurii și respectiv montarea tijei de ancorare, precum și un dispozitiv pentru introducerea în gaură a cartușului cu rășină pentru fixarea tijei. Precizia divizării operațiilor și stabilitatea turelei la gura găurii, în cursul funcționării, sînt vitale pentru ancorare. În cursul operațiilor de ancorare, turela este tensionată cu ajutorul unui dispozitiv testat hidraulic, care presează turela de masivul de roci cu o forță pînă la 3 tone.

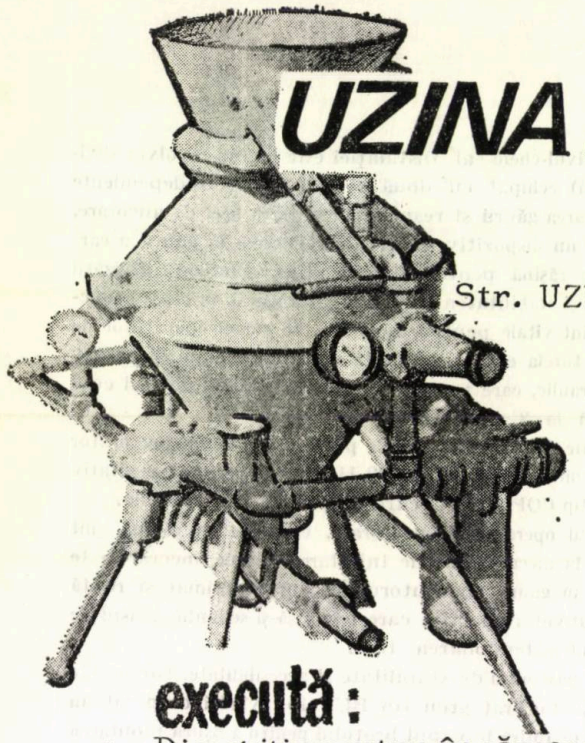
În funcție de tăria rocilor, se poate folosi, fie un perforator percutant hidraulic tip CP 1022 HD, fie un perforator rotativ hidraulic tip COP 402 R, care se poate monta pe sanie.

În cursul operației de perforare, cartușele cu rășină sînt introduse în mecanismul de injectare. Tija de ancorare este introdusă în gaură cu ajutorul aerului comprimat și rotită de dispozitivul respectiv, care poate să-și schimbe sensul de rotire pentru tensionarea tijei.

Pentru maximum de stabilitate și accesibilitate, turela este montată pe un braț greu tip BUT 15, avînd incorporat un dispozitiv de rotire în capul brațului pentru a ușura montarea ancorelor sub orice unghi.

Din *Press News — Atlas Copco*





CENTRALA MINEREURILOR DEVA

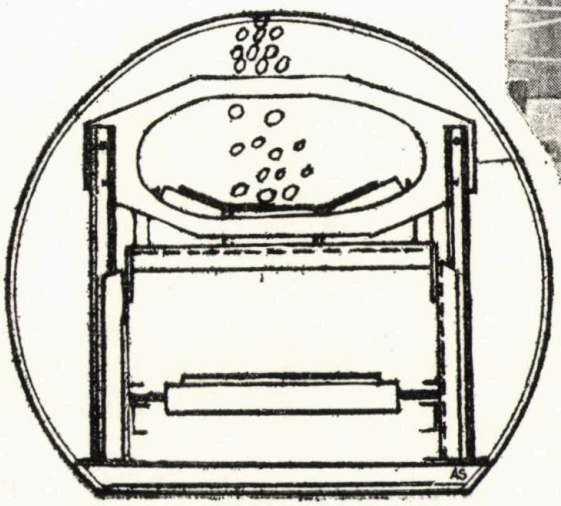
UZINA DE UTILAJ MINIER CRIŞCIOR

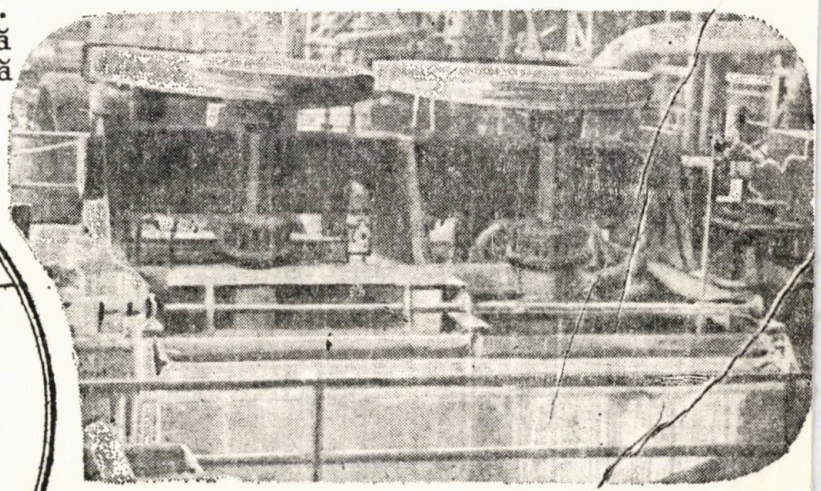
Str. UZINEI Nr. 1 , Jud. HUNEDOARA , Tel .283 ; 294

UUMB CRIŞCIOR

execută :

- Dispozitiv pentru încărcarea mecanizată a amestecurilor simple explozive.
- Extractoare electromagnetice de bandă, comandate cu sesizor electronic de metal, pentru benzi de: 650; 800; 1000; 1200; 1600mm.
- Intreaga gamă de vagoneţi pentru transportul materialelor şi al persoanelor în subteran.
- Instalaţii de semnalizare şi blocare la transportul pe puţuri verticale.
- Instalaţii de protecţie modernizate pentru staţiile de compresoare de 15; 30 şi 45 m^3
- Vagon de cale ferată îngustă de 10 m^3, ecartament 760 mm şi utilaje de cale, frîne pneumatice, schimbătoare de cale.
- Maşini de flotaţie mecanice şi pneumomecanice de mare capacitate.
- Mese de concentrare a minereurilor.
- Mese de amalgamare, îngroşătoare clasoare.
- Separator electromagnetic cu cîmp puternic în mediu umed.
- Piese de schimb pentru utilaje miniere de preparare a minereurilor.
- Diverse confecţii metalice.
- Turnarea de piese din fontă cu o greutate pînă la 1 tonă





EXECUTA piese de schimb şi reparaţii la instalaţiile şi utilajele pe care le produce.

TRUSTUL DE CONSTRUCȚII ȘI MONTAJE MINIERE

execută

lucrări de construcții industriale și civile:

- HALE DE PREPARARE ȘI DE SORTARE A MINEREURILOR, CU TOATE SUBANSAMBLELE DE BENZI, CULOARE DE BENZI, ESTACADE, REZERVOARE, TURNURI DE RĂCIRE, IAZURI DE DECANTARE ETC., ATELIERE DIVERSE DE CONFECȚII ȘI REPARAȚII, MAGAZII ȘI HALE PENTRU DEPOZITAT MATERIALE, GRUPURI SOCIAL-ADMINISTRATIVE, ȘCOLI, CĂMINE ȘI CANTINE;
- MONTAJE DE UTILAJE TEHNOLOGICE, INSTALAȚII COMPLEXE;
- ALIMENTĂRI CU APĂ, LUCRĂRI DE CANALIZARE;
- DRUMURI ȘI LUCRĂRI DE ARTĂ AFERENTE;
- FUNICULARE, TELECABINE ȘI ALTE INSTALAȚII DE TRANSPORT PE CABLU.

ADRESA :

[redacted]

Str. Sf. Ion Nou nr. 33
Sectorul 3
Telefon: 21.61.90
BUCUREȘTI

CENTRUL DE PERFECTIONARE A PERSONALULUI

1982 FEB 6

ARE CA OBIECTIV PRINCIPAL CONCEPTIA SI INDRUMAREA METODOLOGICA UNITARA A ACTIVITATII DE PERFECTIONARE A PREGATIRII PROFESIONALE A PERSONALULUI DIN INDUSTRIA MINIERA, PETROL-GAZE SI GEOLOGIE

In acest scop, organizează la sediu şi în filialele sale:

- PROGRAME DE PERFECTIONARE în domeniile conducerii, organizării producţiei şi a muncii, tehnologiilor noi de extracţie-prelucrare a substanţelor minerale utile, protecţiei muncii, activităţi economice etc.
- PROGRAME pentru FORMAREA DE INSTRUCTORI şi de instruire metodologică

La CEREREA UNITATILOR ;

- se pot organiza PROGRAME DE PERFECTIONARE cu tematici specifice pentru diferite categorii de personal, atît în cadrul unităţilor solicitante, cît şi la sediul şi în filialele Centrului de perfecţionare a personalului;
- se pun la dispoziţie MATERIALE DE INFORMARE DOCUMENTARA sau cu caracter metodologic privind activitatea de perfecţionare profesională a personalului muncitor;
- se elaborează STUDII SOCIO-PROFESIONALE privind structura, stabilitatea şi pregătirea forţei de muncă.

SPRIJINĂ UNITĂŢILE DIN SISTEMUL MINISTERULUI MINELOR

- întocmirea planului de perfecţionare anual şi în perspectivă;
- stabilirea programelor anuale şi de perspectivă privind pregătirea forţei de muncă;
- elaborarea de programe de perfecţionare;
- organizarea unor programe de perfecţionare pe teme generale sau domenii restrînse de specialitate;
- organizarea verificării aptitudinilor şi cunoştinţelor profesionale ale personalului muncitor;
- susţinerea în unităţi a unor lecţii de specialitate sau cu caracter metodologic;
- îndrumarea studiului individual pentru programe personale de perfecţionare etc.

CENTRUL DE PERFECŢIONARE A PERSONALULUI
Str. Justiţiei nr. 55, telef. 16 27 68 (conducere), 16 45 20 (programe şi experţi), 16 29 90 (experţi), Bucureşti, Sector 5, cod 70 664

FILIALA PETROŞANI
Str. Mihail Eminescu nr. 22, telefon 957/41870, cod 2675, jud. Hunedoara

FILIALA BAIA MARE
Str. Victor Babeş nr. 62, tel. 994/30412-30714-int. 268, cod 4800, jud. Maramureş

FILIALA CÎMPINA
B-dul Culturii nr. 18, telefon 973/31987, cod 2150, jud. Prahova

E 1145

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 32, octombrie 1981

10

CENTRALA GAZULUI METAN

UMGM
MEDIAŞ

UZINA MECANICĂ GAZ METAN MEDIAŞ

PRODUCE:

- Arzătoare industriale pentru cuptoare de forjă şi tratament termic (TD ; Gc ; ARG ; AGP ; AGM ; GAR ; GARI şi TRICEM)
- Arzătoare industriale pentru petrochimie (ALCP ; AGSK ; AIGA ; şi AFCH)
- Aparatură pentru reglarea debitului de gaz metan
- Regulatoare de uz industrial cu acţionare indirectă (RPA_3 şi RPA_5)
- Regulatoare de uz industrial cu acţionare directă (RPG)
- Clapete simple şi duble de reglare a debitului de aer şi gaz cu servomotor electric pentru acţionare
- Aparatură pentru măsurarea debitului de gaz metan
- Supape de siguranţă cu arc pentru presiuni reglate pe stand (Dn)
- Instalaţii de probă sub presiune de 1000 kgf / cm^2

CONFECTII DE UTILAJ PETROLIER

- Fitre pentru gaz metan
- Turle de producţie
- Staţii pentru reglarea şi măsurarea debitului de gaz metan

MEDIAS, Str. Expoziţiei nr. 4, telefon : secretariat 11864, telex 49741

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

Nr. 10 1981

CUPRINS

Leţu, N. şi Semen, C. **Influenţa caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor asupra stabilităţii lucrărilor miniere orizontale şi alegerea celor mai raţionale tipuri de susţinere pentru condiţiile din Valea Jiului** 463

Stochiţoiu, A. şi Giurgiulescu, B. **Stabilirea bilanţului electric real la o carieră de lignit** 473

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Socolescu Anca şi Iordăchescu, Gr. **Aplicarea procedeului de acumulare-activare autogenă pentru valorificarea cenuşilor cuprifere** 475

Prodan Speranţa Victoria **Contaminarea cu solide a fluidelor de foraj** 479

Ulmanu, V. şi Raşeev, D. **Analiza caracteristicilor constructive şi funcţionale ale îmbinărilor cu umăr pentru garnitura de foraj** 482

Paraschiv, D. şi Dăneţ, N. **Depozitele triasice din sudul Dobrogei** 490

Mihail, Cr. **Modelarea matematică a filoanelor rezistive pentru interpretarea cantitativă a datelor din prospecţiunea geoelectrică** . . 493

Bălan, M. **Unele considerente tehnice privind comportarea sistemelor de transport şi distribuţie gaze naturale în condiţiile unui puternic seism** 497

Informaţii

Covaci, St. **A 48-a sesiune a Comitetului internaţional pentru organizarea Congreselor Miniere Mondiale** . . . 502

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.831 ; 622.273; 622.8

Leţu, N. şi Semen, C. *Influenţa caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor asupra stabilităţii lucrărilor miniere orizontale şi alegerea celor mai raţionale tipuri de susţinere pentru condiţiile din Valea Jiului*

Studierea caracteristicilor de deformare a rocilor sub acţiunea solicitărilor de lungă durată şi cunoaşterea tuturor parametrilor reologici reprezintă o condiţie esenţială privind soluţionarea problemelor legate de stabilitatea lucrărilor miniere şi alegerea corectă a acestora. Autorii recomandă continuarea cercetărilor experimentale asupra determinării caracteristicilor geo-mecanice şi, în funcţie de aceasta, să înceapă zonarea fiecărui cîmp minier, pe verticală şi orizontală, amplasarea raţională a lucrărilor de deschidere şi pregătire, ceea ce va conduce la diminuarea cheltuielilor de întreţinere şi îmbunătăţirea activităţii economice a minelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.271.3

Stochiţoiu, A. şi Giurgiulescu, B. *Stabilirea bilanţului electric real la o carieră de lignit*

Pentru întocmirea unui bilanţ electric într-o carieră de lignit, autorii recomandă să se stabilească mai întîi schema fluxului tehnologic de materiale şi a fluxului de energie, în urma căruia va rezulta un bilanţ care să reflecte situaţia reală privind consumul de energie electrică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.343 :669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Socolescu Anca şi Iordăchescu, Gr. *Aplicarea procedeului de acumulare-activare autogenă pentru valorificarea cenuşilor cuprifere*

Autorii aduc contribuţii teoretice la studiul procesului de activare-acumulare autogenă şi redau rezultatele studiilor de laborator privind posibilitatea solubilizării cenuşilor cuprifere prin procedeul de activare-acumulare autogenă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24; 622.245

Prodan Speranţa Victoria *Contaminarea cu solide a fluidelor de foraj*

Este tratată problema contaminării cu particule solide a fluidelor de foraj, precum şi influenţa negativă a acestora asupra proprietăţilor reologice a fluidelor de foraj asupra vitezei mecanice de foraj, cu implicaţii directe asupra preţului de cost.

Deoarece influxul de particule solide în curentul ascensional de fluid de foraj este continuu, rezultă că o dată cu începerea forajului trebuie iniţiat un control riguros al concentraţiei de particule solide care nu se poate asigura fără un sistem adecvat de îndepărtare a solidelor nedorite din fluidul de foraj.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24.053

Ulmanu, V. şi Raşeev, D. *Analiza caracteristicilor constructive şi funcţionale ale îmbinărilor cu umăr pentru garnitura de foraj*

Autorii analizează critic construcţiile actuale ale îmbinărilor cu umăr pentru garnitura de foraj pe baza unor criterii de similitudine constructivă şi funcţională. Se determină capacitatea portantă a îmbinărilor cu umăr ţinînd seama de efectul de concentrare a tensiunilor şi de comportarea materialului în vecinătatea zonei de concentrare a tensiunilor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 551.761

Paraschiv, D. şi Dăneţ, N. *Depozitele triasice din sudul Dobrogei*

Pornind de la necesitatea descifrării evoluţiei Platformei moesice în ansamblul ei şi a aprecierii mai fundamentate a potenţialului economic al acestei mari unităţi structurale, autorul analizează datele referitoare la triasicul Dobrogei de sud.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.1 ; 622.881

Mihail, Cr. *Modelarea matematică a filoanelor rezistive pentru interpretarea cantitativă a datelor din prospecţiunea geoelectrică*

Autorul aplică un procedeu matematic la calculul efectelor filoanelor rezistive, obţinînd date cantitative asupra caracteristicilor unor astfel de filoane. Lucrarea prezintă un model pentru abordarea, tratarea şi soluţionarea interpretării cantitative a anomaliilor maximelor de rezistivitate şi fundamentează generalizarea acestui procedeu în prospecţiunea geoelectrică a mineralizaţiilor auro-argentifere şi de sulfuri polimetalice în gangă de cuarţ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.692.4

Bălan, M. *Unele considerente tehnice privind comportarea sistemelor de transport şi distribuţie gaze naturale în condiţiile unui puternic seism*

Materialul prezintă date caracteristice dezvoltării industriei gaziere din România, criterii de proiectare şi configuraţia generală a sistemelor de transport şi distribuţie gaze naturale în zonele afectate de seisme, precum şi efectele imediate şi postseismice asupra conductelor magistrale şi instalaţiilor de distribuţie gaze naturale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

Informaţii

Covaci, St. *A 48-a sesiune a Comitetului Internaţional pentru organizarea Congreselor Miniere Mondiale.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

CONTENTS

C.Z. 622.831; 622.273; 622.8

Leţu, N. and Semen, C. *The influence of physical-mechanical caracteristics of rocks on the horisontal mining works and the selection of the rational supporting types in the conditions of Valea Jiului coal basin*

The authors recommend the continuation of the experimental research works in establishing the geomechanical caracteristics and the classification of every mining coal field. A much more rational placement of development works could lead to a reduction of roadway maintenance costs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.271.3

Stochiţoiu, A. and Giurgiulescu, B. *Establishing the real electric power ballance in a lignite open pit*

The authors suggest in the first place the elaboration of the material and energy flow sheet in order to establish the real ballance of electric power consummption.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.343; 669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Socolescu Anca and Iordăchescu, Gr. *Application* of the autogenous accumulation-activation method for the valorization of copper ashes

The authors bring theoretical contributions and labor data regarding the possibilities to make soluble the copper ashes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24; 622.245

Prodan Speranţa Victoria *The contamination with solid particles of drilling mud*

The negative influence of this phenomenum of the rheological caracteristics of drilling mud and on the drill speed is outlined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24.053

Ulmanu, V. and Raşeev, D. *The analysis of constructive and fonctional caracteristics of drill string joints*

The authors critical analyse the present day constructions and establish the load-bearing capacity of these joints regarding the stress concentration effect and the behaviour of material in the neighbourhood of concentration zone of stresses.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 551.761

Paraschiv, D. and Dăneţ, N. *The trias deposits of South Dobrogea*

In order to clarify the general evolution of the Moesic Platform the economic potential of this important structural unit is much more analysed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.1; 622.831

Mihail, Cr. *Mathematic modelling of resistive veines for quantitative interpretation of geoelectric prospecting data*

The author presents a model for the treatment and solution of the quantitative interpretation of maximum resistivity anomalies and the generalization of this method in geoelectric prospecting of gold-silver and quartz-gangue mineralisations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.692.4

Bălan, M. *Some technical considerations regarding the behaviour of transportation and distribution systems of natural gas into the framework of a tough earthquake*

The paper deals with specific data regarding the gas industry development in Romania, design criteria and general configuration of natural gas transportation and distribution systems into zones disturbed by earthquake as well as the immediate and postseismic effects on the main pipelines and distribution equipment of natural gas.

Mine, Petrol, şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

News

Covaci, St. *The 48 th session of the International Committee for the organization of world mining congresses*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.831; 622.273; 622.8

Лецу, Н. и Семен, К. *Влияние физико-механических свойств горных пород на устойчивость горизонтальных горных выработок и выбор наиболее рациональных типов крепей для условий бассейна Валя Жиулуй*

Изучение характеристик деформаций горных пород под влиянием продолжительных нагрузок и знание всех реологических параметров являются основным условием решения вопросов, связанных с устойчивостью горных выработок и с правильным подбором крепей. Авторы представляют продолжение экспериментальных исследований в целях определения геомеханических свойств и в зависимости от этого начать разделение каждого шахтного поля в горизонтальной и вертикальной плоскостях, рациональное расположение вскрышных и подготовительных горных выработок, что приводит к уменьшению расходов по поддержанию и улучшению экономической деятельности шахт.

Ключевые слова: устойчивость, горизонтальные выработки, физико-механические свойства, крепи, бассейн Валя Жиулуй.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.271.3

Стокицою, А. и Джурджулеску, Б. *Составление действительного электрического баланса на лигнитном карьере*

В целях составления энергетического баланса лигнитного карьера авторы рекомендуют прежде всего составить схему технологического потока материалов и потока энергии, из которых выходит баланс, отражающий действительное состояние о расходе электроэнергии.

Ключевые слова: баланс электрический, карьер, лигнит, технологический поток

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.343; 669.3

Добреску, Л., Вишан Санда, Соколеску Анка и Иордэкеску, Гр. *Применение способа самоскопления-активации для использования медных огарков*

Авторы несут теоретический вклад при изучении процесса самоактивации-скопления и представляют результаты лабораторных работ о возможностях растворения медных огарков способом самоактивации и скопления.

Ключевые слова: самоактивация-скопление, медные огарки, переработка

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24; 622.245

Продан Сперанца Виктория *Заряжение твердым материалом буровых растворов*

Освещается вопрос заряжения твердыми частицами буровых растворов, а также их отрицательное влияние на реологические свойства буровых растворов и на механическую скорость бурения с непосредственными последствиями на себестоймость.

Так как проникновение твердых частиц в восходящем потоке буровых растворов является непрерывным процессом, вытекает что начиная с процессом бурения должен начать также строгий контроль содержания твердых частиц, который может быть обеспечен только при подходящей системе удаления нежелаемых частиц из бурового раствора.

Ключевые слова: Заряжение, твердые частицы, буровые растворы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr 10, 1981

C.Z. 622.24.053

Улману, В. и Рашеев, Д. *Анализ конструктивных и рабочих характеристик коленчатых соединений буровых ставов*

Авторы критически рассмотривают существующие конструкции коленчатых соединений буровых ставов, на основе критериев конструктивного и рабочего подобия. Определяется несущая способность соединений с учетом эффекта концентрации напряжений и поведения материала вокруг зоны концентраций напряжений.

Ключевые слова: коленчатые соединения, буровые ставы, концентрация напряжений

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 551.761

Параскив, Д. и Дэнец, Н. *Триасовые отложения южной Добруджи*

Исходя из необходимости расшифровки развития Мзинской платформы вообще и более обоснованной оценки экономического потенциала этой большой структурной единицы, авторы рассмотривают данные, касающиеся триаса южной Добруджи.

Ключевые слова: триасовые отложения, Мзинская платформа, экономический потенциал, южная Добруджа

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.1; 622.831

Михаил, Кр. *Математическое моделирование жил в целях количественного толкования результатов геолого-электрических поисковых работ*

Автор применяет математический способ при подсчете эффектов удельного сопротивления жил, получив количественные данные о характеристике этих жил. Работа является образцом при рассмотрении и решении количественного толкования аномалий максимальных значений сопротивляемости и дает обоснование обобщения этого способа при проведении геолого-электрических поисковых работ в золото-серебросодержащих оруденениях и в полиметаллических сульфидах с кварцевыми окружающими породами.

Ключевые слова: математическое моделирование, сопротивляемость, жилы, поисковые работы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr 10. 1981

C.Z. 622.692.4

Бэлан, М. *Некоторые технические соображения, касающиеся поведения систем транспорта и распределения природных газов в условиях мощного сейсма*

В материале представлены характерные данные о развитии газовой промышленности Румынии, систем транспорта и распределения природных газов в зонах влияния сейсмических движений, а также последствий сейсмов на магистральные трубопроводы и установки распределения природных газов.

Ключевые слова: системы, транспорт, распределение, природные газы, сейсмические движения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32 nr. 10, 1981

Информации

Ковач, Ш т. *48-ая сессия Международного организационного комитета горных Конгрессов*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

SOMMAIRE

C.Z. 622.831;622.273: 622.8

Leţu, N. et Semen, C. *L'influence des charactéristiques physiques et méchaniques des roches sur les travaux miniers horizontals et la sélection des types de soutènement dans les conditions du basin charbonier Valea Jiului*

Les auteurs recommandent la continuation des recherches experimentales et la classifications de chaque champs minier. Une emplacement plus rational des travaux de traçage peut conduit à la réduction des côuts d'entretien des voies.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10,1981

C.Z. 622.271.3

Stochiţoiu, A. et Giurgiulescu, B. *La détermination du bilan réel de l'énergie électrique dans une carrière de lignite*

Les auteurs suggèrent dans le premier place l'éllaboration d'un flow sheet matériel et énergetique pour établir le bilan réel de la consommation de l'énergie electrique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr.10, 1981

C.Z. 622.343; 669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Socolescu Anca et Iordăchescu, Gr. *L'application de la méthode d'accumulation-activation autogène pour la valorisation des cendres à cuivre*

Les auteurs aprennent des contribution théoriques et données de laboratoire sur les possibilités de solubiliser les cendres à cuivre.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24; 622.245

Prodan SperanţaVictoria *La contamination avec particles solides du boue de forage*

On souslique l'influence négatif du cet phènomenon sur les charactéristiques rhéologiques du boue de forage et sur la vitesse de forage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24.053

Ulmanu, V. et Raşeev, D. *L'analyse des charactéristiques constructives et fonctionelles des jonctions des tiges de forage*

Les auteurs font une analys critique des constructions actuelles et déterminent la force portante de ces jonctions ayant en vue l'effet de concentrations des éfforts et le comportement du matériel dans l'approchement de la zonne de concentration des éfforts.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 551.761

Paraschiv, D. et Dăneț, N. *Le dépôt triasique de Dobrogea de Sud*

Pour déchiffrer l'évolution générale de la Plate-forme Moesique on analyse plus profondement le potentiel économique de cette unité structurelle importante.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.1; 622.831

Mihail, Cr. *Modèle mathèmatique des filons résistifs pour l'interpretation quantitative des données de prospection géoélectriques*

L'auteur présente un modèle pour le traitement et la solution de l'interpretation quantitative des anomalies de resistivité maximale et la généralisation de cette méthode dans la prospection géoelectrique des minéralisations de l'or-argent et gangue à quartz.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.692.4

Bălan, M. *Quelques considérations techniques sur le comportement des système de transport et distribution du gaz naturel dans les conditions d'un séisme puissant*

Dans l'article sont présentées des données caractéristiques pour le développement de l'industrie de gaz de Roumanie, les critères des projects et la configuration générale des systèmes de transport et distribution du gaz naturel dans les zones affectées par les séismes ainsi que les effects immédiats et postséismiques sur les conduits magistrales et sur les installations de distribution du gaz naturel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

Information

Covaci, St. *La 48-ème session du Comitté International pour l'organisation des congrès mondials miniers.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

INHALT

C.Z. 622.831; 622.273; 622.8

Leţu, N. und Semen, C. *Der Einfluss der physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Gesteine über die horisontale bergmännische Arbeiten und die Wahlung der vernünftiges Ausbautypen für die Bedingungen von Valea Jiului*

Die Verfassern empfehlen die Fortsetzung der experimentelle Untersuchungen über die Bestimmung der geomechanischen Eigenschaften und die Klassifizierung jedes Grubenfelds. Die mehr rationelle Standartverteilung der Vorrichtungsarbeiten können zur Verringerung der Unterhaltungskosten führen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.271.3

Stochiţoiu, A. und Giurgiulescu, B. *Die Bestimmung der wirkliche elektrische Energiebilanz in einem Lignit Tagebau*

Die Verfassern schlagen im erste Lage die Bestimmung des Stoffs — und Energiestammbaums mit die Folgerung einer Bilanz des wirklichen elektrischen Energieverbrauchs vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.343; 669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Socolescu Anca und Iordăchescu, Gr. *Die Verwendung des autogenen Akkumulation-Aktivierung-Verfahrens für die Verwertung der Kupfer aschen*

Die Verfassern bringen theoretische Beiträge und die Laborergebnissen hinsichtlich die Möglichkeit der Lösungsfähigkeit der Kupfer aschen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24; 622.245

Prodan Speranţa-Victoria *Die Versenchung mit feste Teilchen der Spülflüssigkeiten*

Es hadelt über die Versenchung mit feste Teilchen der Bohrtrübe und ihren negative Einflus über die rheologische Eigenschaften der Spülflüssigkeiten und über die Bohrgeschwindigkeit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.24.053

Ulmanu, V. und Raşeev, D. *Die Analysis der Konstruktive und funktionnelle Eigenschaften der Verbindungen für das Bohrgestänge*

Die Verfassern analysieren kritisch die aktuelle Konstruktionen und bestimmen die Tragfähigkeit dieser Verbindungen in Berücksichtigung der Konzentrationseffekt der Spannungen und das Verhalten des Stoffes in der Nachbarschaft der Konzentrationszone der Spannungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 551.761

Paraschiv, D. und Dăneț, N. *Die Trias-Ablagerung von Süd-Dobrogea*

Aus Erforderung die Evolution der Moesische Bühne in allgemeines entziffern wird der wirtschaftliche Potenzial dieser grosse strukturelle Einheit grundlegender eingeschätzt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.1; 722.831

Mihail, Cr., *Mathematische Modelierung der resistiven Erzgangen für die quantitative Interpretation der Ergebnissen aus geoelektrische Prospektion*

Der Verfasser legt ein Modell für die Handlung und die Lösung der quantitative Interpretation der Anomalien der Maximalresistivität vor und die Verallgemeinung dieses Verfahrens in der geoelektrische Prospektion der Gold-Silver und Polimetall-Sulfide in der Quartz taubes Gestein Vererzungen gründet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

C.Z. 622.692.4

Bălan, M. *Einige technische Beiträge über das Verhalten der Transport und Distribution Systeme des Erdgases in eine starke Erdbeben*

Im Artikel charakteristische Daten für die Entwicklung der Erdgasindustrie Rumäniens, die Projektieren Kriterien und die allgemeine Form der Erdgas Transport und Distribution Systeme in Zonen mit Erdbeben wie die sofortige un postseismische Wirkungen über die hauptsächliche Gasleitungen und Distributionsanlagen für Erdgas sind gegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

Nachrichten

Covaci, St. *Die 48 Setzung des Internationale Kommites für die Veranstaltung der Welt Bergbau Kongressen*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 10, 1981

Influența caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor asupra stabilității lucrărilor miniere orizontale și alegerea celor mai raționale tipuri de susținere pentru condițiile din Valea Jiului

Prof. dr. ing. **N. Lețu** și
șef lucr. ing. **C. Semen**
Institutul de Mine Petroșani

În actualul cincinal 1981—1985, producția de cărbune a Văii Jiului va înregistra, în continuare, o evoluție ascendentă, pentru realizarea căreia vor fi executate peste 350 km lucrări miniere de deschidere și pregătire. Una din rezervele de creștere a eficienței fondurilor alocate pentru executarea acestui impresionant volum de lucrări miniere o constituie utilizarea unor susțineri cu caracteristici adecvate rezistenței și modului de deformare a rocilor înconjurătoare, ca și noilor condiții geo-miniere generate de creșterea adîncimii de exploatare a minelor. Datele geologice existente dovedesc că în zona centrală și în extremitatea estică a bazinului, respectiv în perimetrul minelor Dîlja, Livezeni, Aninoasa, Petrila și Lonea, rocile înconjurătoare sînt constituite, în marea lor majoritate, din marne argiloase care, în contact cu apa și sub influența operațiilor tehnologice, suportă un proces de alterare fizică, chimică și mecanică, cu consecințe directe asupra rezistenței lor și a modului de manifestare a presiunii miniere.

Observațiile efectuate în anul 1980 la Dîlja, Lonea și Petrila au arătat că lucrările miniere din culcușul stratului 3 executate în marne, argile și gresii argiloase înregistrează deformări accentuate, cu o intensitate mai pronunțată din pereți și vatră. Ca urmare a presiunilor dezvoltate, atît susținerile metalice, cît și cele din bolțari sînt deteriorate la scurt timp după montarea lor, devenind necesară prestarea unui volum suplimentar de muncă, pentru reprofilări și înlocuiri de elemente deformate, cu implicații directe asupra consumurilor de materiale și a cheltuielilor de producție.

Pentru elucidarea interdependenței dintre caracteristicile geo-mecanice ale rocilor și stabilitatea lucrărilor miniere de deschidere din Valea Jiului au fost analizate 90 de eșantioane reprezentînd 19 tipuri de roci constituite din marne, argile, gresii și conglomerate.

Pe probele colectate au fost efectuate determinări ale caracteristicilor fizice, mecanice și elastice, urmărindu-se regimul lor de deformare sub influența solicitărilor.

Rezultatele încercărilor de laborator sînt centralizate în tabelele 1 și 2, iar analiza datelor obținute a permis să se formuleze următoarele.

a. Greutatea specifică medie γ pentru toate rocile analizate este cuprinsă între 2,56 și 2,63 g/cm^3; greutatea specifică aparentă γ_s are valori între 2,53 și 2,57 g/cm^3, pentru care corespunde o porozitate $n = 1{,}15 - 3{,}42\%$.

b. Umiditatea naturală a rocilor W are o valoare relativ mică (1,9—2,9 %). Pe măsura creșterii cantității de apă absorbită, gradul de umiditate al rocilor crește în mod corespunzător. Astfel, după păstrarea eșantioanelor de rocă într-un mediu cu afluențe mari de apă timp de 4—6 ore, umiditatea rocilor a crescut de 2,67—3,7 ori, iar eșantioanele au devenit sfărîmicioase; după 12—16 ore majoritatea rocilor analizate s-au transformat într-o masă vîscoasă.

c. Rezistența de rupere la compresiune σ_c este foarte mult influențată de umiditatea, stratificația și orientarea cristalelor. Pentru marnele cu o umiditate naturală $W = 2{,}4\%$ și rezistență de 230 daN/cm^2, creșterea umidității de 2,6 ori ($W = 6{,}3\%$) a condus la diminuarea rezistenței de 1,96 ori, rezultînd o valoare de 118 daN/cm^2.

În cazul gresiilor argiloase și argilelor, influența umidității s-a dovedit mult mai agresivă. Astfel, gresia argiloasă cu $\sigma_c = 139$ daN/cm^2 și umiditatea $W = 2{,}4\%$ își reduce rezistența pînă la 60 daN/cm^2 (de aproximativ 2,3 ori) în situația cînd umiditatea crește pînă la 8 %. Modificări similare au fost observate și pentru celelalte roci. Dependența $\sigma_c = f(W)$ este prezentată în figura 1. Curbele au o orientare aproximativ hiperbolică, iar ecuația de dependență are forma:

$$\sigma_c = \frac{a}{b + W} - c, \quad \text{daN/cm}^2 \qquad (1)$$

În relația de mai sus, a, b și c sînt coeficienți determinați pentru fiecare categorie de rocă, ale cărora valori sînt redate în tabelul 3.

d. Rezistența de rupere la compresiune este în funcție de orientarea stratificației rocilor. La solicitările paralele cu planele de stratificație, rezistența scade de 1,52—2,18 ori față de valorile obținute la solicitările perpendiculare cu planul de stratificație.

e. Pentru același tip de rocă, rezistența este 1,6—2,8 ori mai mică la eșantioanele colectate din fronturile de lucru, față de carotele extrase din sondele geologice. De exemplu, gresia argiloasă pe carota I.P.E.G. cu umiditatea de 0,90 % a înregistrat o rezistență de 403 daN/cm^2,

Tabelul 1

Centralizarea caracteristicilor fizice şi mecanice ale rocilor

Nr. crt.	Denumirea rocii	Proprietăţi fizice				Caracteristici mecanice, daN/cm²									
		greut. specif. γ, g/cm³	greut. specif. aparentă, γ_a, g/cm³	umiditatea, W, %	porozitatea n, %	compresiune		tracţiune		forfecare		coeziune		unghi de frecare	
												metoda			
						σ_c	σ_{cf}	σ_t	σ_{tf}	τ_{med}	σ_{med}	MOHR	forfecării	MOHR	forfecării
1.	Marnă uscată oriz. 295 E—Dîlja	2,589	2,56	6,3	1,15	118	—	27	—	56	68	—	42	—	16
2.	Marnă uscată oriz. 295 E—Dîlja	2,58	2,55	2,4	1,15	349 230	—	49	—	139	175	54	56	38	20
3.	Interc. calcar. oriz. 295 E—Dîlja	—	—	—	—	113	—	34,4	—	62	68	39	44	22	15
4.	Gresie argiloasă oriz. 295 V—Dîlja	2,61	2,57	2,4	1,53	139	95	38	—	53	55	36	40	27	17
5.	Argilă alteritică gălbuie I.M. Lonea	2,56	2,53	1,9	1,17	140	99	25	17	—	—	30	—	38	—
6.	Argilă gălbuie	2,57	2,54	2,0	1,16	102	—	50	—	—	—	43	—	29	—
7.	Argilă roşiatică	2,58	2,54	2,0	1,5	143	—	40	—	92	133	33	35	27	22
8.	Argilă grezoasă	2,59	2,53	2,38	2,28	109 220	160	43	32	—	—	49	—	39	—
9.	Conglomerat uscat	2,63	2,55	2,7	3,42	236	—	49	—	173	240	56	61	40	24
10.	Conglomerat umed	2,62	2,55	9,5	2,67	131	—	25	—	—	—	28	—	37	—
11.	Conglomerat verzui	2,63	2,55	2,75	3,27	183	143	30	22	141	183	46	58	38	24
12.	Gresie verzuie	2,62	2,57	1,8	1,94	323	230	61	—	—	—	71	69	42	—
13.	Argilă compactă	2,58	2,55	2,3	1,16	192	140	32	—	141	183	38	41	28	23
14.	Gresie nisipoasă	—	—	0,8	0,9	554	—	94	—	—	—	—	—	—	—
15.	Argilă grezoasă	—	—	1,03	0,71	360	—	66	—	—	—	—	—	—	—
16.	Gresie argiloasă	—	—	0,9	1,1	403	—	81	—	—	—	—	—	—	—
17.	Argilă grezoasă	—	—	1,01	0,87	395	—	69	—	—	—	—	—	—	—
18.	Gresie	—	—	0,9	1,2	702	—	110	—	—	—	—	—	—	—
19.	Argilă fosiliferă	—	—	0,91	1,08	319	—	57	—	—	—	—	—	—	—

σ_c — rezistenţa de rupere la compresiune; σ_{cf} — rezistenţa de fisurare la compresiune;
σ_t — rezistenţa de rupere la tracţiune; σ_{tf} — rezistenţa de fisurare la tracţiune;
σ_{med} — efort unitar normal la forfecare; τ_{med} — efort unitar tangenţial la forfecare.

Tabelul 2

Caracteristicile elastice ale rocilor

Tipul rocii	Modulul de elasticitate, E, daN/cm²			Modulul de deformare, E_d, daN/cm²			Coef. lui Poisson, μ			Constanta lui Poisson, m		
	maxim	minim	mediu	maxim	minim	mediu	maxim	minim	mediu	maxim	minim	mediu
Marnă oriz. 295 I.M. Dîlja	$7,6 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$	$1,05 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$	0,4	0,277	0,33	3,61	2,5	3,0
Gresie argiloasă oriz 295 I.M. Dîlja	$6,3 \cdot 10^4$	$5,3 \cdot 10^4$	$5,8 \cdot 10^4$	—	—	$2,9 \cdot 10^4$	0,42	0,28	0,33	3,57	2,43	3,0
Argilă roşiatică I.M. Lonea	—	—	—	$1,5 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^4$	$1,05 \cdot 10^4$	0,4	0,253	0,32	3,96	2,5	3,12
Argilă gălbuie I.M. Lonea	—	—	—	$1,9 \cdot 10^4$	$1,37 \cdot 10^4$	$1,66 \cdot 10^4$	0,4	0,3	0,39	3,27	2,5	2,56
Gresie verzuie I.M. Lonea	$8,2 \cdot 10^4$	$4,6 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^4$	—	—	$4,3 \cdot 10^4$	0,27	0,22	0,25	4,54	3,7	4,0
Argilă compactă I.M. Lonea	$3,1 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$	$3,4 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	0,38	0,22	0,29	4,54	2,70	3,45

în schimb probele de gresii colectate din lucrările subterane, cu umiditatea de 2,4%, au avut rezistenţa de 139 daN/cm². Modificarea rezistenţei se datoreşte următoarelor cauze:

— creşterea umidităţii rocii prin absorbţia apei din atmosfera lucrărilor subterane;

— modificări în structura chimică a rocii sub influenţa aerului umed de mină, rezultînd componenţi argiloşi;

— fisurarea rocilor şi exfolierea lor cauzată de redistribuirea tensiunilor de pe conturul lucrării miniere şi influenţa proceselor tehnologice.

f. Rezistența de rupere la tracțiune σ_t prezintă valori reduse pentru toate perimetrele minelor luate în studiu. Rocile din perimetrul I.M. Dîlja au valori medii de 37 daN/cm², iar cele de la I.M. Lonea de 38 daN/cm², datorită

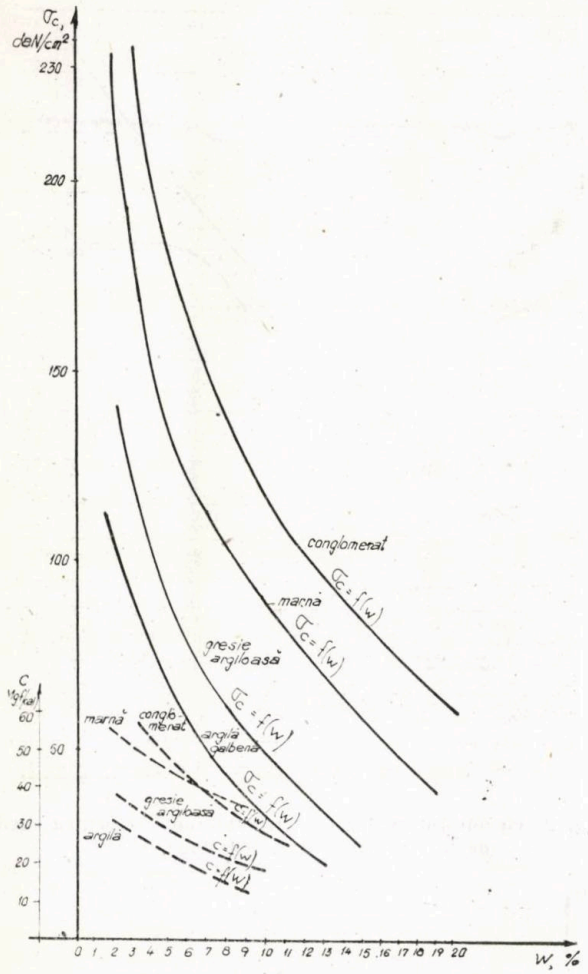


Fig. 1. Variația rezistenței de rupere la compresiune σ_c și a coeziunii C în funcție de umiditate W.

Tabelul 3

Valorile coeficienților a, b, c în funcție de tipul rocii

Denumirea rocii	Valorile coeficienților		
	a	b	c
Conglomerat	5346	12	120
Marnă	1928	5,42	37
Gresie argiloasă	891	3,1	20
Argilă roșiatică	866	3,75	32

aceloraşi cauze care au fost enunțate mai sus. Faptul că raportul dintre valorile rezistenței la compresiune σ_c și tracțiune σ_t este mai mic de 5 scoate în evidență comportarea lor plastică sub influența solicitărilor. Cea mai pronunțată comportare plastică a fost remarcată la gresia argiloasă de la I.M. Dîlja ($\sigma_c/\sigma_t = 2{,}5-3$).

g. Coeziunea rocilor C a fost analizată pentru diferite condiții de umiditate, $C = f(W)$. Corelația dintre acești parametri este prezentată grafic în figura 1, iar ecuația de dependență are forma:

$$C = \frac{a_1}{b_1 + W} - c_1 \qquad (2)$$

În ecuația de mai sus, a_1, b_1 și c_1 sînt coeficienți pentru patru categorii de roci, redați în tabelul 4.

Tabelul 4

Valorile coeficienților a_1, b_1, c_1 în funcție de tipul rocii

Denumirea rocii	Valorile coeficienților		
	a_1	b_1	c_1
Conglomerat	672	8	4
Marnă	1320	16	17
Gresie argiloasă	240	4	1
Argilă roșiatică	240	4	6

Analizele efectuate au arătat că valoarea cea mai ridicată a coeziunii s-a înregistrat la conglomeratele de la I.M. Lonea și anume 30 daN/cm² pentru umiditatea $W = 8\%$ și 80 daN/cm² pentru $W = 1\%$.

h. Paralel cu testările rocilor la compresiune și tracțiune s-a urmărit și modul lor de comportare sub sarcină pentru a cunoaște valoarea solicitărilor de la care începe procesul de fisurare σ_{cf}. Aceste verificări nu au putut fi făcute cu toate rocile întrucît o parte din ele (marnele, argilele roșiatice, argilele gălbui, conglomeratele) s-au fisurat sub influența solicitărilor la valori foarte apropiate de solicitările de rupere, $\sigma_{cf} = (0{,}92-0{,}95)\sigma_c$.

Pentru celelalte roci, procesul de fisurare a început atunci cînd solicitarea a înregistrat 0,68—0,74 din rezistența de rupere la compresiune și 0,68 —0,74 din rezistența de rupere la tracțiune.

i. Unghiul de frecare interioară al rocilor determinat, atît prin metoda Mohr, pe baza rezistenței de rupere la compresiune și tracțiune, cît și prin metoda forfecării, are valori dependente de metoda utilizată: la încercările efectuate prin metoda Mohr, $\varphi = 22-42°$, iar prin metoda forfecării $\varphi = 15-24°$. Diferențele existente între valorile unghiului de frecare sînt cauzate, îndeosebi, de domeniul diferit de aplicabilitate al celor două metode utilizate. Datorită caracterului pronunțat de plasticitate al rocilor, s-au luat în considerare valorile unghiului de frecare internă, obținute prin metoda forfecării și anume de 15—24°.

j. Din grupa caracteristicilor elastice ale rocilor s-au analizat: modul de comportare

sub sarcină; modulul de elasticitate E; modulul de deformare E_d; coeficientul şi constanta lui Poisson (μ, m). Încercările efectuate au arătat următoarele:

- în cazul marnei colectate de la orizontul 295 I.M. Dîlja, limita de elasticitate este depăşită la o solicitare de 57 daN/cm² din prima încercare. Deformaţia remanentă are valori reduse, dar creşte pînă la 0,0226 % pentru ultima solicitare;
- la gresie argiloasă, solicitările cu valori de 25 daN/cm² au reuşit să modifice comportarea elastică, iar la ultima încercare această modificare a avut loc la 4,5 daN/cm²;
- argilele roşiatice îşi păstrează limita de elasticitate pînă la solicitări de 25 daN/cm². Cînd solicitările ajung la valori de 100 daN/cm² deformaţia este proporţională cu solicitarea după care creşterea neînsemnată a solicitărilor provoacă începerea procesului de deformare, sub formă de curgere plastică;
- argilele gălbui prezintă caracteristici similare cu argilele roşiatice, în sensul că la solicitări mai mari de 45 daN/cm² nu se mai constată comportarea elastică a eşantioanelor. Proporţionalitatea în sistemul deformare-solicitare se păstrează pînă cînd solicitarea ajunge la 130 daN/cm², iar deformaţia la 0,066 %;
- modulul de elasticitate al rocilor E, determinat pentru deformaţii $\varepsilon < 0{,}03$ %, are valori scăzute, de $(5-6) \cdot 10^4$ daN/cm², iar modulul de deformare E_d pentru $\varepsilon > 0{,}03$ % este cuprins între $(1{,}3-2{,}9) \cdot 10^4$ daN/cm².
- coeficientul μ şi constanta lui Poisson m au valorile: $\mu = 0{,}32-0{,}39$; $m = 2{,}56-3{,}12$, care sînt semnificative şi trebuie luate în considerare la aprecierea modului de comportare a rocilor.

Eşantioanele de rocă colectate de la I.M. Dîlja, orizontul 350, bloc II, supuse unor analize termodiferenţiale (fig. 2), au arătat un conţinut ridicat de montmorillonit, illit şi caolinit, minerale avide de apă şi cu tendinţă accentuată de umflare în condiţiile de umiditate frecvent întîlnite în subteran. Pierderile la calcinare în eşantioanele marno-argiloase au fost cuprinse între 5 şi 10,4 %, dovedind conţinutul ridicat de apă al acestor roci şi, totodată, predispoziţia lor accentuată spre o alterare fizico-chimică şi deformare activă sub influenţa solicitărilor.

Întrucît lucrările miniere de deschidere sînt exploatate pe perioade lungi de timp, se consideră oportun ca pentru calculul deformării conturului şi a sarcinilor preluate de susţinere, să se cunoască nu numai caracteristicile mecanice, dar şi proprietăţile reologice ale rocilor înconjurătoare. Aceste proprietăţi caracterizează integral toţi parametrii de deformare a rocilor, evoluţia şi modificarea cărora se petrece în timp. Ţinînd seama de ponderea ridicată cu care participă marnele, argilele şi gresiile argiloase în constituţia litologică a cîmpurilor miniere din Valea Jiului, redăm în figura 3 particularitatea deformării unei roci, în condiţiile solicitării pe o perioadă mai lungă de timp [1]. Graficul arată că prin solicitarea la compresiune, comportarea rocii este foarte

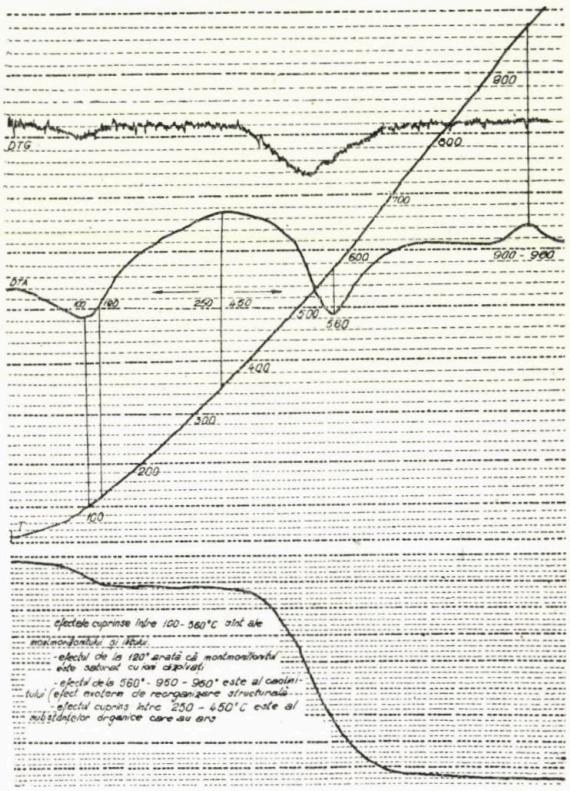


Fig. 2. Rezultatul analizelor termodiferenţiale pentru rocile de la I.M. Dîlja oriz. 350 bloc. II.

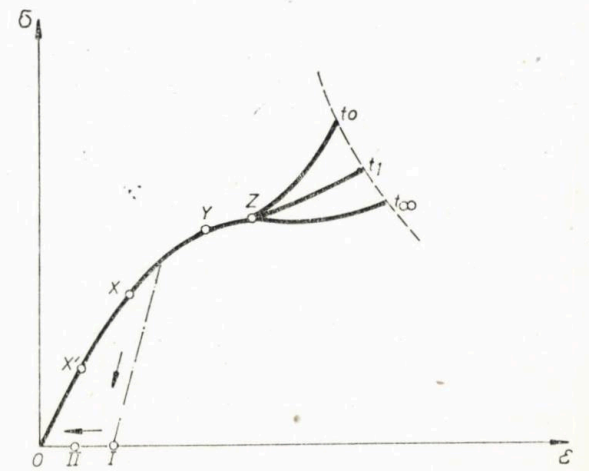


Fig. 3. Interdependenţa dintre tensiune σ şi deformarea rocii ε.

diferită. De exemplu, în sectorul OX comportarea este elastică pentru care $\sigma = E \cdot \varepsilon$ (E — modulul de elasticitate al rocii, iar ε — deformarea ei relativă).

O deosebită importanţă o are analiza sectorului YZ, care reprezintă sectorul de curgere

plastică sau a fluajului, unde deformaţia creşte în timp faţă de valoarea constantă a tensiunii $\varepsilon = f(\sigma, t)$, t reprezentînd timpul de acţiune a solicitării. Din aceste considerente în axele ε, σ sînt reprezentate şi domeniile cu diferitele valori posibile. Astfel, $t_0 \to 0$ reprezintă acţiunea instantanee a solicitării; t_∞ — timp de acţiune foarte mare a solicitării; t_1 — comportarea rocii pentru valorile finale ale timpului de solicitare.

În figura 4 sînt prezentate curbele caracteristice de fluaj [2] pentru gresiile argiloase. Timpul maxim de solicitare s-a extins pînă la 25 de zile, în intervalul cărora eşantioanele de

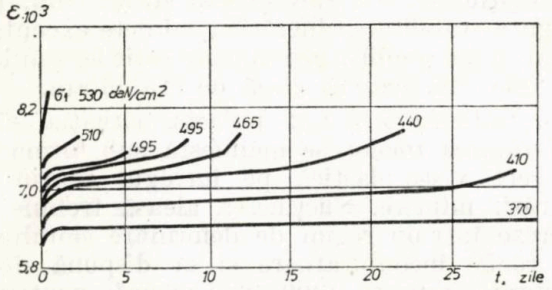


Fig. 4. Curbele de fluaj pentru gresiile argiloase.

rocă au fost solicitate cu diferite sarcini de valoare constante.

În funcţie de valoarea eforturilor aplicate, autorii studiului [2] împart curbele de fluaj în două grupe: prima cuprinde curbele cu un fluaj limitat, iar a doua — curbele cu un fluaj nelimitat. Pe curbele de fluaj ale rocilor încadrate în prima grupă au fost separate trei sectoare:

I — sectorul cu deformări elastice, format imediat după aplicarea eforturilor de solicitare;

II — sectorul deformărilor elasto-vîscoase care se dezvoltă în timp, cu reducerea treptată a vitezei de deformare;

III — sectorul care indică încetarea procesului de deformare, iar curba devine paralelă cu axa timpului.

Pentru curbele de fluaj ale rocilor din grupa doua, sînt valabile primele două sectoare din prima grupă. Elementul caracteristic îl constituie însă faptul că în afara sectorului trei, unde au loc deformări plastice cu viteză constantă, se formează şi sectorul patru, în care deformările cresc intens, iar după un interval redus de timp intervine sfărîmarea eşantionului. Pe baza încercărilor experimentale s-a reuşit, de asemenea, trasarea curbei de rezistenţă la solicitare îndelungată (fig. 5), care caracterizează interdependenţa dintre rezistenţa rocilor şi timpul de acţiune a solicitărilor de valoare constantă. Din analiza graficului rezultă că la început reducerea rezistenţei rocii la solicitare îndelungată scade foarte repede, după care se aplatizează treptat. Încercările efectuate au dovedit că rezistenţa rocilor la solicitări îndelungate reprezintă, în medie, 60—70 % din rezistenţa lor la solicitări instantanee, ceea ce este foarte important la calculul stabilităţii lucrărilor miniere.

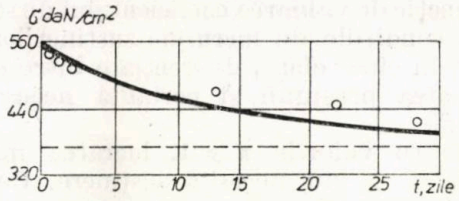


Fig. 5. Curba rezistenţei la solicitări îndelungate a gresiei argiloase.

În etapa actuală analiza stabilităţii lucrărilor miniere este fundamentată pe cunoaşterea detaliată a caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor şi a modificărilor care intervin în structura lor pe parcursul timpului, datorită umidităţii şi a celorlalţi agenţi de alterare, adîncimea de amplasare a lucrării miniere, influenţa abatajelor, a tehnologiilor de săpare ş.a.

Corelarea dintre factorii enumeraţi este redată sub formă de expresie matematică cunoscută în literatura de specialitate [3] sub denumirea de coeficient de stabilitate n:

$$n = \frac{\sigma_c \cdot \eta \cdot \xi \cdot K}{\gamma H K_1 K_2} \qquad (3)$$

în care:

σ_c reprezintă rezistenţa de rupere la compresiune determinată în laborator, daN/cm²;

η — coeficientul alterării structurale a rocii cu următoarele valori: pentru roci slab fisurate 0,8; pentru rocile cu un grad mediu de fisurare 0,5; pentru rocile intens fisurate 0,4—0,3; pentru zonele cu fracturi geologice 0,2—0,1;

ξ — coeficientul rezistenţei de lungă durată a rocii, egal cu 1—0,8 pentru gresii şi 0,8—0,7 pentru marne, argile şi argile marnoase;

K — coeficient de influenţă a umidităţii asupra rezistenţei de rupere la compresiune; pentru gresii egal cu 0,8, argile = 0,75, alevrolite = 0,7;

γ — greutatea volumetrică a rocilor, t/m³;

H — adîncimea de amplasare a lucrării miniere, m;

K_1 — coeficient de concentrare a tensiunilor: pentru lucrări mi-

niere cu profil circular $K=2$, profile cu pereți drepți și tavan arcuit = 2,5, profil dreptunghiular = 3;

K_2 — coeficientul de influență a lucrărilor de abataj cu valori cuprinse între 1 și 3,5.

În funcție de valoarea coeficientului de stabilitate n, condițiile de lucru ale susținerilor sînt grupate în cinci clase, diferențiate între ele de intensitatea presiunii și portanța necesară a susținerii.

1. Pentru valorile $n \geqslant 1$, lucrarea minieră este stabilă și nu necesită susținere. Convergența maximă, $U_L = 5$ cm. Deformarea rocilor are un caracter elastic, iar pentru protejarea lor contra fenomenului de alterare poate fi folosită susținerea din torcret cu grosimea de 3—5 cm.

2. În situația cînd $n = 0{,}7 - 1$, lucrarea minieră prezintă o stabilitate medie. Convergența rocilor de pe conturul lucrării miniere se încadrează în limitele 5—10 cm. Presiunea are valori cuprinse între 10 și 60 kN/m². Susținerea lucrează în condițiile unei sarcini date, iar gradul ei de cedare U_S trebuie să fie mai mare decît deformarea lucrării U_L. În acest caz, se poate indica o susținere din panouri prefabricate prevăzute cu elemente compresibile și o umplutură elastică.

3. Pentru cazurile potrivit cărora valoarea indicelui n este cuprinsă între 0,35 și 0,7, se apreciază că lucrarea minieră devine instabilă. Mișcarea rocilor înconjurătoare provoacă convergențe de 10—41 cm. Susținerea aleasă trebuie să lucreze într-un regim de deformație simultană cu rocile înconjurătoare și să dispună de o portanță de 150—200 kN/m². Conturul inițial al lucrării se fragmentează, după care se formează o zonă stabilă, de echilibru limită. Pentru acest domeniu de valori a indicelui n sînt recomandate următoarele tipuri de susțineri:

— susținerea din beton monolit ($0{,}7 > n > 0{,}35$). Pentru $n > 0{,}45$ susținerea trebuie montată la o distanță de 25—45 m, în spatele frontului de lucru, iar cînd $n < 0{,}45$, la o distanță de 80 m, pentru a fi evitate solicitările dinamice ale rocilor înconjurătoare;

— susțineri ancorate asociate cu susținerea din torcret;

— susținerea din beton cu vatră închisă ($n = 0{,}35$) sau asociată cu susțineri TH în calitate de armătură metalică;

— susținere din panouri prefabricate ($n = 0{,}45—0{,}7$) montată în urma frontului de lucru. Spațiul din spatele susținerii se indică să fie umplut cu lapte de ciment, iar profilul lucrării să fie circular cu vatra susținută.

4. În clasa a patra, valoarea indicelui $0{,}25 < n < 0{,}7$ arată un grad avansat de instabilitate. Presiunile sînt mai mari, de 150 kN/m², iar susținerea trebuie să lucreze într-un regim de deformații simultane cu rocile înconjurătoare. În acest caz, solicitările preluate depind de gradul de elasticitate care se formează în sistemul susținere-umplutură. Se recomandă susțineri ancorate asociate cu susțineri din bolțari prevăzute cu inserții și umplutură compresibilă. La această clasă de condiții considerăm că se pot experimenta, de asemenea, susținerile ancorate asociate cu susțineri din panouri prefabricate.

Într-o serie de lucrări [4] se fac aprecieri deosebite asupra rolului de consolidare pe care-l au susținerile ancorate și care, asociate cu susținerile din torcret sau șpriț-beton, pot asigura stabilitatea lucrărilor miniere executate chiar și în condiții geo-miniere dificile, similare cu cele din această clasă de stabilitate.

5. Indicele $n < 0{,}2$ reflectă situația cînd deformarea rocilor se manifestă sub formă de curgere vîsco-plastică pe întregul contur al lucrării miniere. Susținerea aleasă trebuie să lucreze într-un regim de deformare simultană cu rocile înconjurătoare și să dispună de o portanță ridicată (300—600 kN/m²) pentru a asigura restabilirea echilibrului inițial al masivului. Se indică consolidarea prealabilă a rocilor asociată cu susțineri din bolțari sau beton armat, iar umplutura spațiului din spatele susținerii să se realizeze cu mortar de beton.

Reprezentînd dependența $n = f(\sigma_c)$ pentru diferite adîncimi de amplasare a lucrării miniere, rezultă graficul din figura 6, care poate fi utilizat la prognozarea stabilității lucrării miniere. De exemplu, pentru marnele din orizontul 295 de la I.M. Dîlja cu $\sigma_c = 200$ daN/cm² și adîncimea $H = 300$ m rezultă un coeficient de stabilitate $n = 0{,}3$, ceea ce dovedește că susținerile vor lucra în condiții grele.

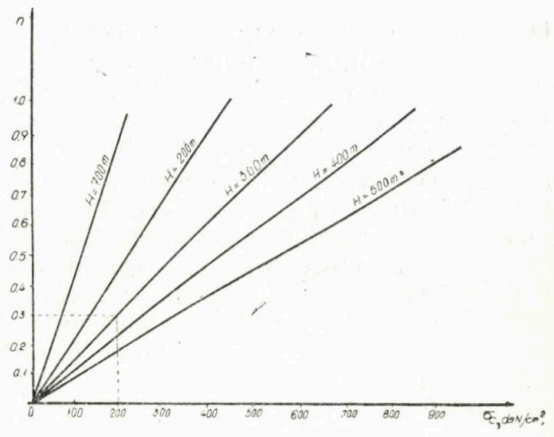


Fig. 6. Gradul de stabilitate n în funcție de rezistența la compresiune a rocilor σ_c pentru diferite adîncimi de amplasare a lucrării miniere H.

Analiza stabilităţii lucrărilor miniere n, în funcţie de deformarea conturului, $n = f(U)$, a condus la elaborarea relaţiei:

$$n = \frac{1{,}35}{\ln\left(\frac{U}{0{,}1 \cdot a} + 1\right)} \qquad (4)$$

unde a reprezintă semideschiderea lucrării miniere.

Calculul de dependenţă $n = f(U)$ pentru diferite valori ale deschiderii lucrărilor miniere a este prezentat grafic în figura 7. Acest grafic arată că pentru condiţiile geo-miniere din Valea Jiului susţinerile se vor găsi în condiţii grele, cînd $n < 0{,}35$, iar deformarea lucrărilor miniere cu profil simplu va fi de 10—40 cm sau 20—60 cm în cele cu profil dublu.

Referindu-ne la portanţa necesară a susţinerilor, funcţie de deformarea conturului, a reieşit că interdependenţa dintre aceşti parametri este de forma:

$$\ln P = \ln 5{,}55\, \gamma K_2 + \frac{1}{3}(\ln b + 2 \ln U) \qquad (5)$$

unde:

b reprezintă deschiderea lucrării miniere;

U — deformarea lucrării miniere;

K_2 — coeficientul de concentrare a tensiunilor în funcţie de forma profilului lucrării miniere;

γ — greutatea specifică a rocilor.

Reprezentarea grafică a dependenţei $P = f(U)$ pentru diferite valori ale deschiderii lucrărilor miniere b este redată în diagrama din figura 8. Graficul arată că în lucrările unde convergenţa depăşeşte 500—600 mm portanţa necesară a susţinerilor trebuie să fie de 520—680 kN/m². Asemenea portanţă poate fi realizată cu susţineri de o construcţie supradimensionată, a cărei eficienţă s-a dovedit însă total nesatisfăcătoare. Experienţa minelor din Valea Jiului confirmă că susţinerile executate cu două rînduri de bolţari nu pot asigura stabilitatea necesară a lucrării în condiţiile unor deformări accentuate ale rocilor înconjurătoare.

Pentru analiza dependenţei dintre presiunea minieră, portanţa susţinerii şi grosimea aces-

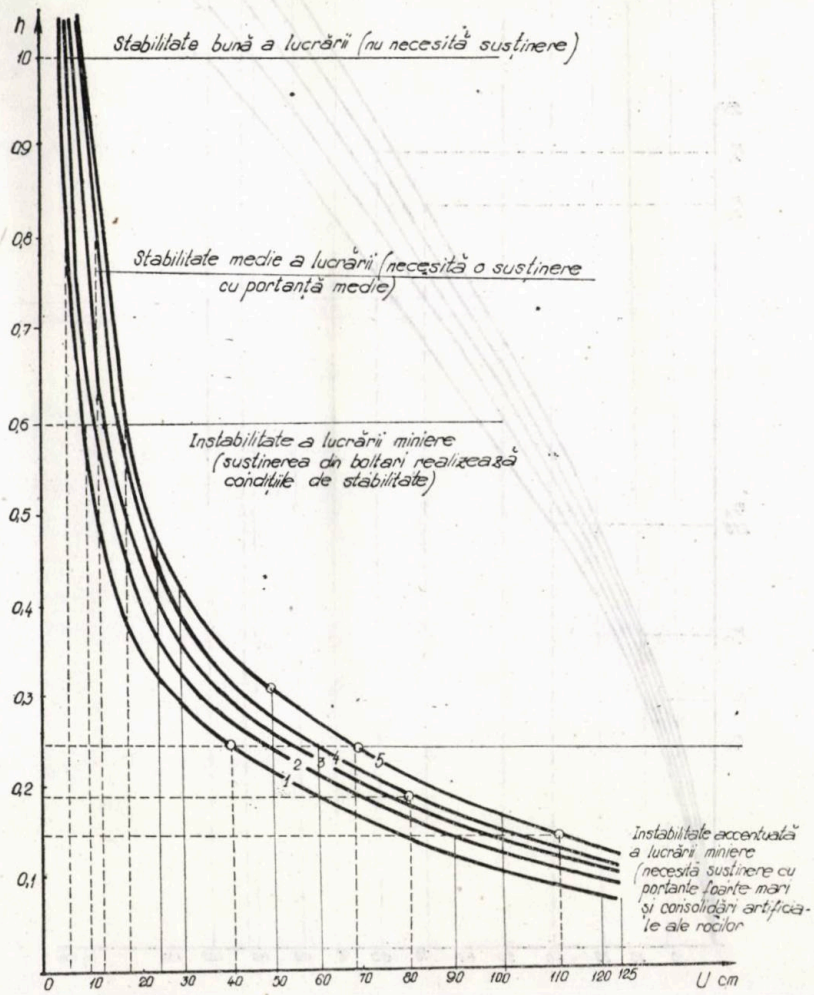


Fig. 7. Dependenţa dintre gradul de stabilitate n, deformare şi semideschiderea lucrărilor miniere: *1* — $a = 1{,}25$ m; *2* — $a = 1{,}5$ m; *3* — $a = 1{,}75$ m; *4* — $a = 2$ m; *5* — $a = 2{,}25$ m.

teia a fost folosită cunoscuta relaţie a lui Lamé :

$$d = a \cdot K\left(\sqrt{\frac{\tau_T}{\tau_T - 2p}} - 1\right) \qquad (6)$$

în care :

a reprezintă semideschiderea lucrării miniere, cm ;

K — coeficientul de manifestare dinamică a presiunii, egal cu 1,2—1,5 ;

τ_T — rezistenţa de rupere la tracţiune a betonului, daN/cm² ;

p — presiunea minieră, daN.

Dependenţa $d = f(P)$, redată în figura 9, confirmă că în condiţiile unor deformări intense şi portanţe de 520—680 kN/m² corespund grosimi cu valori de 50—80 cm. Din considerentele menţionate, se desprinde concluzia că în lucrările miniere din Valea Jiului, unde urmează să se dezvolte deformări la valorile arătate, mult mai raţională devine asocierea susţinerilor din bolţari sau panouri prefabricate cu consolidarea prealabilă a rocilor, prin ancorare.

Corelarea graficelor din figurile 6, 7, 8 şi 9 a condus la elaborarea nomogramei din figura 10, care permite ca pentru trei parametri cunoscuţi (σ_c, H, a) să se determine gradul de stabilitate, caracteristicile constructive şi de rezistenţă ale susţinerilor definitive. Considerînd $\sigma_c = 200$ daN/cm², $H = 300$ m, $a = 2{,}25$ m şi urmînd traseul indicat în nomogramă rezultă următoarele :

— gradul de stabilitate, $n = 0{,}3$, ceea ce indică că susţinerea va lucra în condiţii grele ;

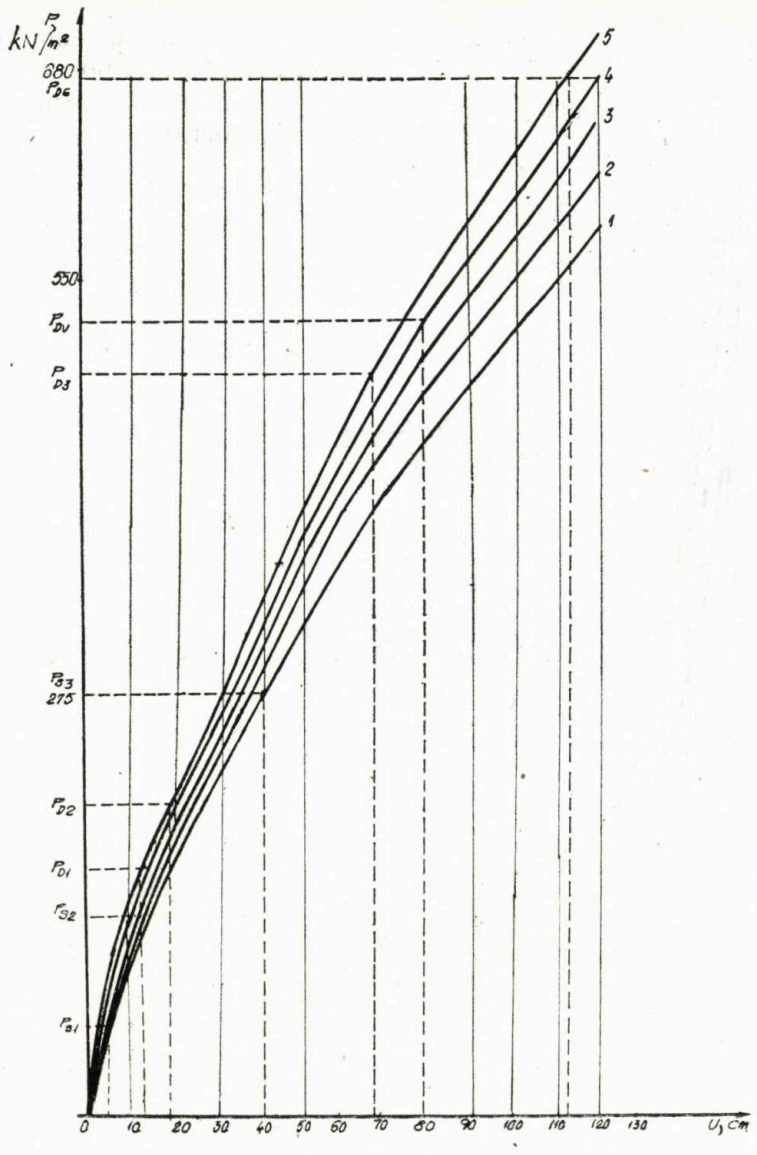


Fig. 8. Variaţia portanţei P în funcţie de deformarea conturului pentru diferite semideschideri ale lucrării miniere : $1 - a = 1{,}25$ m ; $2 - a = 1{,}50$ m ; $3 - a = 1{,}75$ m ; $4 - a = 2$ m ; $5 - a = 2{,}25$ m.

— deformarea conturului, $U = 48$ cm, deci caracteristica de lucru a susţinerii provizorii şi a celei definitive trebuie pusă în concordanţă cu caracteristicile de deformare a rocilor;

În minele din Valea Jiului, condiţii medii de stabilitate sînt întîlnite în perimetrele constituite din roci cu rezistenţa mai mare de 500 daN/cm² şi adîncimi de 400 m. Din analiza

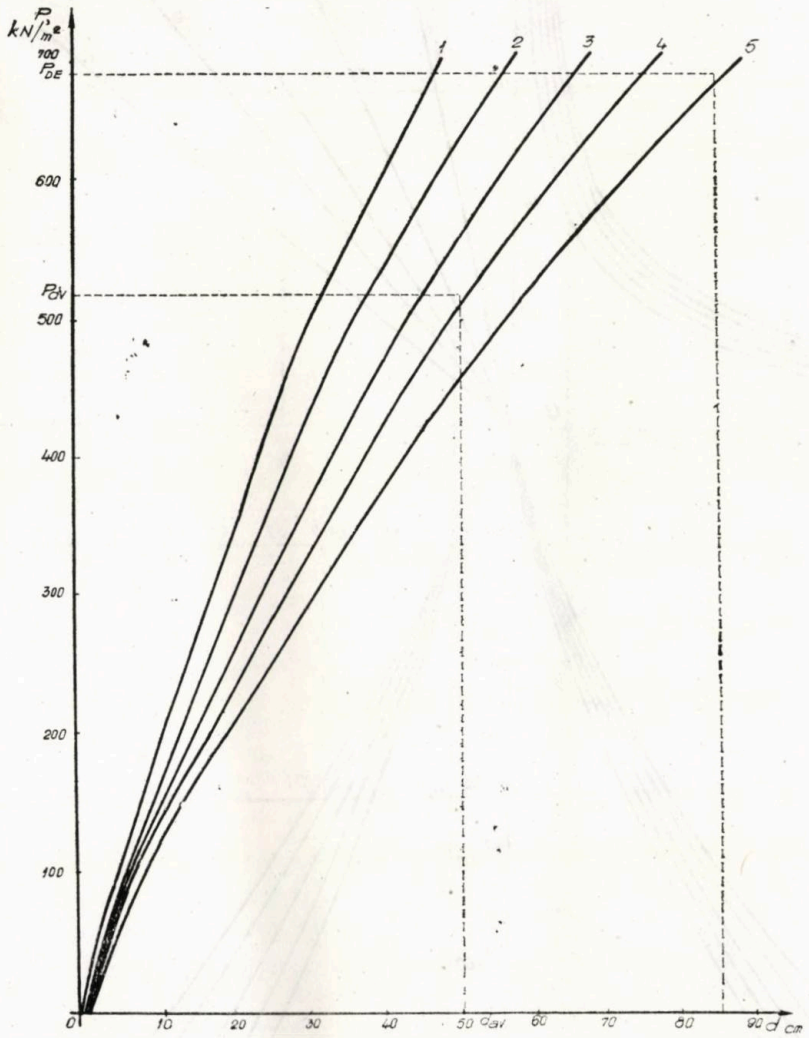


Fig. 9. Grosimea susţinerii în funcţie de portanţa necesară şi semideschiderea lucrărilor miniere: *1* — $a = 1{,}25$ m; *2* — $a = 1{,}50$ m; *3* — $a = 1{,}75$ m; *4* — $a = 2{,}0$ m; *5* — $a = 2{,}25$ m.

— parametrii susţinerii definitive: portanţa $P = 380$ kN/m², iar grosimea $d = 40$ cm.

În situaţia cînd $\sigma_c = 400$ daN/cm², $H = 300$ m şi $a = 2{,}25$ m, din nomogramă rezultă:

— $n = 0{,}6$, ceea ce indică un grad de stabilitate medie a lucrării miniere;

— convergenţa, $U = 20$ cm;

— pentru $n = 0{,}6$, $U = 20$ cm, devine indicată o susţinere cu portanţa de 220 kN/m² şi grosimea de 20—25 cm.

nomogramei rezultă, de asemenea, că actualele susţineri din bolţari sau beton cu grosimea de 30—40 cm sînt indicate lucrărilor miniere executate în roci cu rezistenţa de minimum 250 daN/cm². Pentru rocile cu rezistenţe mai scăzute, eficienţa acestor susţineri se reduce şi devine oportună asocierea lor cu susţineri ancorate, capabile să asigure o consolidare prealabilă a conturului lucrării miniere şi îmbunătăţirea gradului de stabilitate.

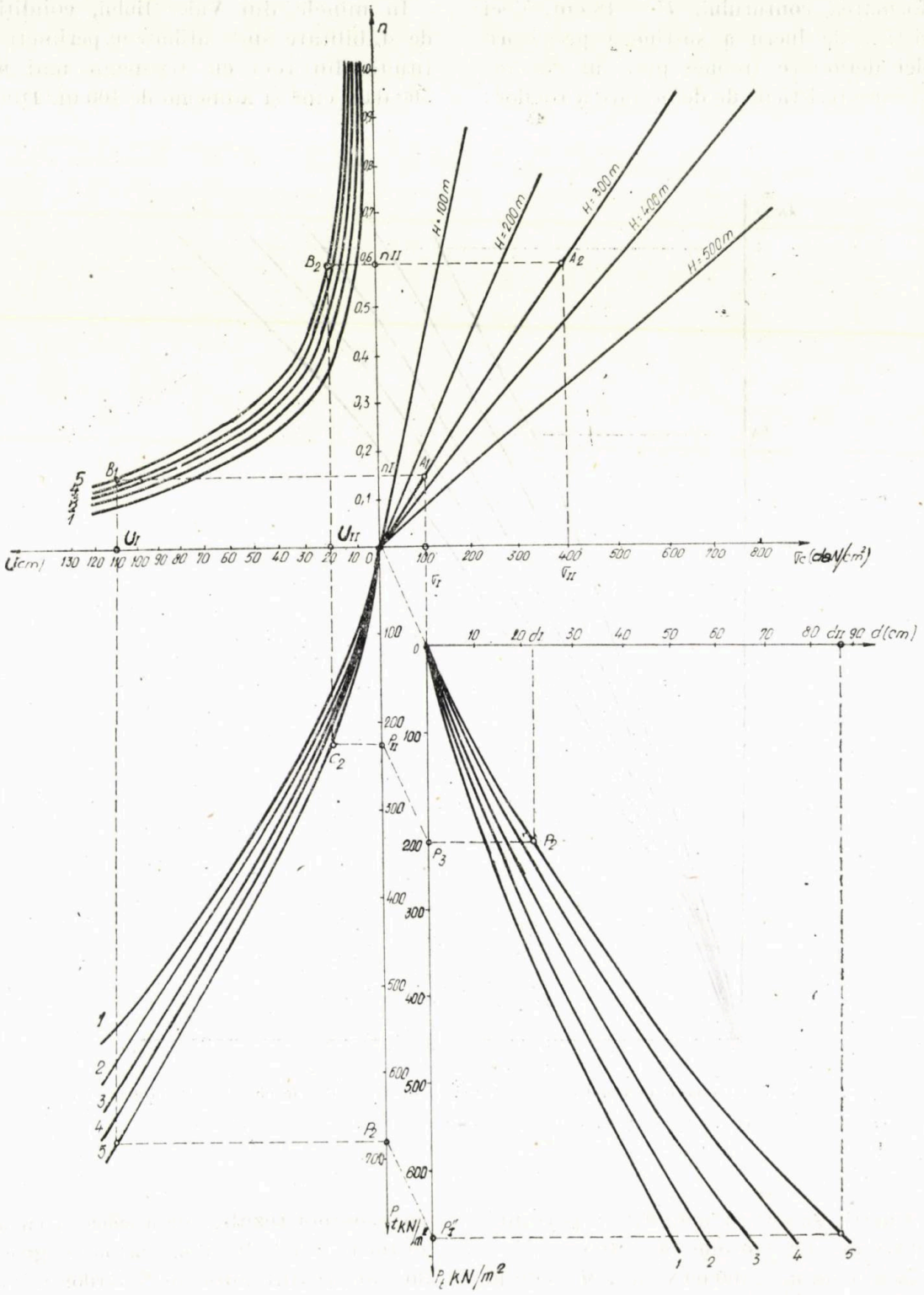


Fig. 10. Nomogramă pentru determinarea gradului de stabilitate n, deformarea conturului U, portanța P și grosimea susținerii d în funcție de rezistența la compresiune σ_c adîncimea de amplasare H și semideschiderea lucrării miniere a:

1 — $a = 1{,}25$ m; *2* — $a = 1{,}5$ m; *3* — $a = 1{,}75$ m; *4* — $a = 2$ m; *5* — $a = 2{,}5$ m.

Concluzii

1. Problema susținerii și protejării lucrărilor miniere de deschidere și de pregătire prezintă, pentru o serie de perimetre ale bazinului carbonifer din Valea Jiului, o importanță deosebită, determinată de condițiile geo-miniere cu un grad mai avansat de dificultate.

2. Printre cauzele care generează și amplifică dificultățile în alegerea susținerilor și asigurarea stabilității lor, menționăm faptul că o mare parte din lucrările miniere sînt executate în roci constituite din marne, argile, gresii argiloase și conglomerate slab cimentate, cu un conținut ridicat de montmorillonit, illit, caolinit care, în contact cu apa și sub influența redistribuirii tensiunilor, suferă un proces complex de alterare, urmat de scăderea rezistenței mecanice.

3. Din analiza valorilor centralizate rezultă că, în funcție de rezistența de rupere la compresiune, rocile din Valea Jiului se pot clasifica în 4 grupe:

— grupa I — roci cu $\sigma_c < 150$ daN/cm² formate, în principal, din argile și marne cu un grad avansat de umiditate, care creează cele mai dificile condiții în asigurarea stabilității lucrărilor miniere;

— grupa a II-a — roci de tipul argilelor și marnelor compacte, relativ uscate, cu $150 < \sigma_c < 250$ daN/cm²;

— grupa a III-a — roci cu $250 < \sigma_c < 400$ da/Ncm² de tipul gresiilor fisurate, slab nisipoase și argile grezoase compacte;

— grupa a IV-a — cuprinde, în general, rocile de tipul gresiilor compacte și gresiilor silicioase cu $\sigma_c > 400$ daN/cm².

4. Pentru toate perimetrele luate în studiu, reducerea rezistenței la compresiune și tracțiune a rocilor a influențat caracterul și parametrii procesului de deformare a conturului lucrărilor miniere, precum și modul de solicitare a susținerilor.

5. Studierea caracteristicilor de deformare a rocilor sub acțiunea solicitărilor de lungă durată și cunoașterea tuturor parametrilor reologici reprezintă, pentru actuala etapă, una din condițiile esențiale în vederea soluționării problemelor legate de stabilitatea lucrărilor miniere și alegerii corecte a susținerilor.

6. La elaborarea proiectelor de execuție considerăm rațională clasificarea condițiilor de lucru ale susținerilor, cunoscute grupele de roci pentru care gradul de stabilitate poate fi asigurat cu susțineri de construcție ușoară și un consum mai redus de materiale. Devine astfel evidentă necesitatea continuării cercetărilor experimentale asupra determinării caracteristicilor geo-mecanice ale rocilor și, în funcție de valorile obținute, să se înceapă zonarea fiecărui cîmp minier pe verticală și orizontală pentru diversificarea construcției susținerilor, în concordanță cu particularitățile specifice fiecărei formațiuni de roci, amplasarea rațională a lucrărilor de deschidere și de pregătire, ceea ce va conduce la diminuarea cheltuielilor de întreținere și îmbunătățirea activității economice a minelor.

Bibliografie

[1] Imenitov, V. R. *Procesele lucrărilor miniere subterane la exploatarea zăcămintelor de minereuri.* Moscova, Nedra, 1978.

[2] Galperin, A. M., Safarenko, E. M. *Calcularea reologică a construcțiilor tehnico-miniere.* Moscova, Nedra, 1977.

[3] Erofeev, I. M. *Proiectarea susținerilor pentru lucrările miniere capitale.* Șahtnoie stroitelstvo, nr. 2, 1978.

[4] Braun, W. M. *Application of the NATM în deep. tunels and difficult rock formations.* Tunnels and Tunnelling, vol. 12, nr. 2, 1980.

Stabilirea bilanțului electric real la o carieră de lignit

Conf. dr. ing. **A. Stochițoiu**
și asist. ing. **B. Giurgiulescu**
Institutul de Mine Petroșani

I. Introducere

Odată cu căutarea de noi soluții privind producerea de energie electrică, se caută, prin creșterea randamentelor energetice a instalațiilor, prin adoptarea unor tehnologii noi, o utilizare mai adecvată a acestei energii.

În prezent, în majoritatea întreprinderilor miniere are loc întocmirea bilanțurilor electrice, după care se propun măsuri privind reducerea consumului de energie electrică — prin reducerea pierderilor de energie, operația de întocmire a acestor bilanțuri înscriindu-se, cu metodologie generală, în prevederile normativelor în vigoare [1], operație care are unele particularități pentru exploatările miniere de la suprafață (cariere) de lignit față de celelalte exploatări.

Într-o carieră există mai multe linii tehnologice, fiecare linie fiind formată din: excavator cu roată cu cupe, sistemul de transport cu benzi, abzețerul, în general utilaje de mare productivitate, utilaje care au puteri instalate de ordinul a 1—4 MW.

Pentru fiecare motor electric asincron este necesar să se cunoască datele nominale: puterea absorbită P_1, tensiunea U și curentul absorbit I_1 (ca valori medii) la funcționarea în sarcină, respectiv cînd funcționează în gol (P_{10}, I_{10}), timpii medii zilnici, lunari și anuali de funcționare, măsurîndu-se rezistența înfășurării statorului r_1 sau luîndu-se din catalogul de fabricație.

În cazul motoarelor de puteri foarte mari de la utilajele din carierele de lignit, existente

la benzi transportoare (2—4) × 630 kW, la acționarea roții cu cupe (1—2)x 630 kW, măsurarea puterii absorbite se va efectua cu ajutorul kilowatmetrului înregistrator corespunzător celor trei schimburi, adoptîndu-se în calcule o putere medie.

Deci pentru realizarea bilanțului electric pe fiecare utilaj, grupuri de același tip de utilaje, linie tehnologică, carieră, este necesar să se efectueze măsurători electrice de puteri, tensiuni, curenți, utilizînd truse înregistratoare, care să înregistreze pe fiecare schimb aceste mărimi, lucru care de multe ori, datorită numărului mare de receptori pe de o parte, iar pe de altă parte datorită unor condiții dificile din exploatările la zi, duce la întîrzieri mari în obținerea unor date necesare calculelor.

Pentru măsurătorile în sarcină este necesar să se aleagă acele zile caracteristice de lucru cînd utilajele funcționează aproximativ ca în tot restul anului, pentru obținerea unor date cît mai aproape de realitate.

Pentru eliminarea unor întîrzieri în obținerea datelor necesare efectuării bilanțurilor electrice, este necesar ca unele măsurători să se realizeze la plecările principale care deservesc utilajele principale sau grupe de utilaje, iar la utilajele de putere instalată mai mică să se efectueze unele măsurători de curenți.

II. Metodologia stabilirii bilanțului electric la o carieră

Pentru întocmirea bilanțului electric într-o carieră de lignit, considerăm că trebuie să se stabilească mai întîi schema fluxului tehnologic de materiale și a fluxului de energie, în care să se specifice utilajele din liniile tehnologice, puterea și numărul motoarelor de acționare la fiecare utilaj, stațiile de transformare, schema electrică monofilară din carieră, schemă care conține: consumatorii electrici cu puterile, tensiunile, curenții nominali, cablurile electrice cu specificarea secțiunii, lungimii și materialul din care sînt realizate conductoarele, precum și transformatoarele de forță.

Avîndu-se aceste date, cît și cele de la funcționarea în sarcină și la mersul în gol, se realizează bilanțul electric pentru fiecare utilaj, grupe de utilaje, linie tehnologică, carieră.

1. *Bilanț electric la un motor asincron*

Pentru un motor asincron puterea absorbită din rețea P_1 este egală cu suma dintre puterea mecanică utilă P_2 și pierderile din motor p, pierderi formate din cele în înfășurări ($p_{cu_1}+p_{cu_2}$) și pierderile mecanice și în fier p_0 adică:

$$P_1 = P_2 + p_{cu_1} + p_{cu_2} + p_0 = P_2 + p \quad (1)$$

• Pierderile în înfășurarea statorului p_{cu_1} se calculează:

$$p_{cu_1} = 3 \cdot r_1 \cdot I_1^2 \cdot K_f^2 \cdot 10^{-3}, \text{ kW} \quad (2)$$

în care:

$K_f = \frac{I_1}{I_{1p}}$ — coeficient de formă = 1,05—1,2;

I_1 — valoarea medie aritmetică a curentului — luată pe o anumită durată de timp, I_{1p} — valoarea medie pătratică a curentului.

• Pierderile în înfășurarea rotorului p_{cu_2}:

$$p_{cu_2} = SP_M, \text{ kW} \quad (3)$$

unde:

$S = \frac{n_0 - n}{n_0}$ — alunecarea motorului;

$P_M = P_1 - p_{cu_1}$ este puterea electromagnetică.

• Pierderile de mers în gol p_0 sînt:

$$p_0 = P_{10} - 3 \cdot r_1 \cdot I_{10}^2 \cdot K_f^2 \cdot 10^{-3}, \text{ kW} \quad (4)$$

unde:

P_{10} este puterea absorbită de motor la mersul în gol, putere care este măsurată sau luată din catalogul de fabricație al motorului;

$I_{10} = (0{,}25—0{,}40)\ I_{1N}$ — curentul de mers în gol luat din catalog sau se adoptă valori mici pentru motoare de puteri mari și invers.

Deci puterea mecanică utilă este:

$$P_2 = P_1 - p \quad (5)$$

Avînd puterile P_1; P_2 și pierderile p și ținînd seama de orele de funcționare se pot determina energiile electrice consumate, rezultînd bilanțul electric pentru motorul respectiv.

2. *Determinarea pierderilor electrice într-un transformator electric*

Ținînd seama de datele nominale ale unui transformator ca: S_n, U_{1n}/U_{2n}; I_{1n}/I_{2n}; p_0; p_{kn}, I_0, U_k; grupa de conexiune și valoarea reală a curentului I_1 sau I_2 pe o perioadă de timp (24 ore), pierderile reale în transformator sînt:

$$p = p_0 + K^2 \cdot p_{kn}, \text{ kW} \quad (6)$$

în care:

p_0 reprezintă pierderile de mers în gol; nu depind de sarcina (I)

$K = K_f \cdot \frac{I_1}{I_{1n}} = K_f \cdot \frac{I_2}{I_{2n}}$ — factor de supraîncărcare (7)

p_{kn} — pierderile de scurtcircuit nominale ale transformatorului;

I_1, I_2 — valorile medii ale curenților la înfășurările transformatorului.

3. *Determinarea pierderilor de putere în cablurile de alimentare cu energie*

Utilajele dintr-o carieră de lignit sînt alimentate din stații de transformare de 20/6 kV,

prin intermediul cablurilor electrice, ale căror conductoare sînt de cupru (cabluri de lungime $l_c = 100 - 2500$ m și secțiune $S_c = 3 \times 25$ mm² ÷ 3×185 mm².

Pierderile de putere într-un cablu de alimentare cu energie electrică sînt:

$$p_c = 3 \cdot r_c \cdot I_c^2 \cdot K_f^2 \cdot 10^{-3}, \text{ kW} \qquad (8)$$

în care:

$r_c = 1{,}75 \cdot 10^{-8} \frac{l_c}{S_c}$ — rezistența pe fază a cablului cu conductoare din Cu;

I_c — curentul din cablu (valoare medie aritmetică luată pe 24 ore);

K_f — coeficientul de formă $K = 1{,}05 \div 1{,}2$

4. *Determinarea pierderilor de putere în condensatoarele de compensare a factorului de putere*

Pierderile de putere în condensatoarele instalate pentru îmbunătățirea factorului de putere se calculează cu formula:

$$p_{cond} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot K_c, \text{ kW} \qquad (9)$$

în care:

U este tensiunea de alimentare;

I — curentul mediu absorbit;

$K_c = 0{,}004$ kW/1 kVAr — pierderi specifice de putere activă.

5. *Determinarea consumului de energie pentru iluminatul artificial*

Pentru determinarea puterii absorbite din rețea de corpurile pentru iluminat, se determină numărul acestor corpuri care sînt instalate și funcționează și se ține seamă de puterea lor nominală, putere ce variază între 40 și 250 W, respectiv de numărul orelor de funcționare pe zi.

Concluzii

Considerăm că prin aplicarea acestui mod de stabilire a bilanțului electric, prin utilizarea unor formule simple, rezultă un bilanț care reflectă situația reală privind consumul de energie electrică în cariera de lignit.

Formulele de calcul pentru puteri, respectiv pierderi, dau rezultate exprimate în kW, care sînt aceleași și cu energiile electrice corespunzătoare pentru o oră.

Toate pierderile și consumurile totale de energie se trec în tabele centralizatoare, care reflectă structura bilanțului electric.

În urma realizării bilanțului electric real după metodologia dată, se fac propuneri de măsuri privind raționalizarea consumului de energie electrică în carieră, de reducere a consumurilor specifice, propuneri rezultate în urma analizei temeinice a situației reale, iar în final, ținînd seama de economia de energie electrică ce se realizează în urma aplicării măsurilor respective, rezultă bilanțul electric normat.

Bibliografie

[1] * * * *Normativ privind metodica de întocmire și analiză a bilanțurilor energetice.* Indicativ E(2+7)–70/1970.

[2] Stochițoiu, A., Giurgiulescu, B., Visalon D. *Bilanț electric la I.M. Rovinari.* Contract de cercetare nr. 484/1980 I.M. Petroșani.

Aplicarea procedeului de acumulare-activare autogenă pentru valorificarea cenușilor cuprifere

Prof. dr. doc. ing. **L. Dobrescu**,
asist. dr. ing. **Sanda Vișan**,
lector dr. ing. **Anca Socolescu** și
ing. **Gr. Iordăchescu**

Introducere

Valorificarea metalelor din deșeuri, subproduse, rebuturi și piese uzate este o problemă de stringentă actualitate, impusă de criza de materii prime și energie. În documentele de partid se trasează sarcini concrete în această direcție, ca de exemplu: „în anul 1985 se va asigura pe această cale acoperirea necesarului pentru nevoile interne ale economiei în proporție de 40% pentru fier și 41% pentru cupru" [1]. În cazul metalelor neferoase se consideră eficiente și metodele de recuperare a lor din materiale în care elementele utile se găsesc în proporție de cîteva procente, față de valorificarea minereurilor la care conținutul în aceleași elemente este sub un procent.

Cenușile cuprifere cu conținut de cîteva zeci de procente în cupru și zinc, în special, rezultate de la uzinele prelucrătoare de metale neferoase, ar constitui o sursă importantă de materii prime pentru industria metalurgică. În prezent ele se haldează, deoarece prelucrarea lor piro-

metalurgică este practic imposibilă, din cauza compoziției chimice a acestor cenuși. Astfel, cenușile conțin cupru în stare elementară, oxizi, sulfuri, sau aliat cu zincul, impurificat cu fier, plumb, silice etc. De aceea, pentru reintroducerea în circuitul de prelucrare, singurele metode care se pot folosi sînt cele hidrometalurgice, singulare sau cuplate cu metodele mecanice de preparare.

Pentru valorificarea cenușilor cuprifere s-a studiat teoretic și la scară de laborator procedeul de acumulare-activare autogenă, cunoscut și sub denumirea de pastă.

Caracteristicile materiei prime. Reactivi și aparatură

Materia primă a avut granulometria 69% sub 0,075 mm, cu următoarea compoziție chimică: 33,68% cupru, 21,58% zinc, 11,52% fier, 1,13% plumb, 0,19% sulf. Probele de cenușă s-au dizolvat în amestec Lunge (trei părți acid azotic concentrat și o parte acid clorhidric), s-au evaporat la sec pe baia de nisip și s-au redizolvat în acid clorhidric. Analizele din soluții s-au efectuat prin absorbție atomică, utilizînd flacără acetilenă-aer. Încercările de solubilizare s-au efectuat la presiune atmosferică, în sistem deschis.

S-au utilizat următoarele aparate: spectrofotometru de absorbție atomică AAS-1, pH-metru LBS-66, vibrator TH-4 C2 (pentru clasarea materialului).

Reactivii utilizați: acid sulfuric (U.S.A.S. Năvodari), acid clorhidric (Intreprinderea chimică Turda), acid azotic („Reactivul" București).

Încercările preliminare de solubilizare a elementelor utile existente în cenușă au fost efectuate cu acid sulfuric de concentrații 10—94%, cu și fără introducere de apă caldă și aer. Extracțiile maxime au fost de 70% pentru cupru și 90% pentru zinc. Pentru mărirea randamentelor de extracție și reducerea consumurilor specifice de reactivi și energie s-a studiat amănunțit metoda de dizolvare în pastă.

Considerații tehnice

Procedeul cunoscut în literatură sub denumirile de s o l u b i l i z a r e î n p a s t ă, cu activare și acumulare autogenă, față de solubilizarea cu soluții diluate, utilizează căldura de reacție, fără aport mare de căldură din exterior. Cercetătorii bulgari K.R. Mehandjieva și M.R. Mehandjiev [2] au descris matematic procesul de solubilizare cu activare și acumulare autogenă. Procedeul s-a aplicat la tratarea minereurilor și a unor produși industriali, conținînd aluminiu, zinc, mangan, magneziu, folosind ca reactiv de solubilizare acidul sulfuric concentrat.

Hidrometalurgia mineralelor care nu conțin carbonați sau a produșilor industriali tratați cu soluții de acid sulfuric este limitată cinetic. Singurul parametru asupra căruia se poate acționa pentru mărirea vitezei de reacție este temperatura; creșterea temperaturii atrage însă creșterea costului produsului.

La tratarea în pastă se înregistrează, în timp, creșterea energiei sistemului. Acest considerent a determinat clasificarea proceselor cu acumulare într-o clasă aparte, alături de procesele la echilibru și cele ireversibile. Procesele la echilibru se caracterizează prin $\Delta G = 0$, unde prin G s-a notat energia liberă. Procesele ireversibile se desfășoară cu scăderea energiei libere în timpul $\Delta\tau(\Delta G > 0)$.

Procesul cu acumulare are loc cu creșterea energiei libere a sistemului, în timpul $\Delta\tau(\Delta G < 0)$. În acest caz, în expresia generală a constantei de viteză de reacție:

$$\ln k = \ln A' - \frac{E_0'}{RT} \qquad (1)$$

se poate înlocui energia aparentă de activare E_0' cu următoarele expresii:

$$E_0' = \Delta G^* - G^* - G \qquad (2)$$

$$\Delta G^* = E_0 - \psi_k \ln X_k^i \qquad (3)$$

unde:

k este constanta vitezei de reacție;
A' — factor de frecvență a ciocnirilor;
R — constanta generală a gazelor, kcal/mol °K;
T — temperatura ,°K;
ΔG^* — variația energiei libere a moleculelor la activare, kcal/mol;
G^* — energia liberă a moleculelor în condiția de activare, kcal/mol;
G — energia liberă a moleculelor în stare de inactivare, kcal/mol;
X_k^i — factor de conjugare intensivă a variabilelor n, alte forme de energie, kcal/mol;
ψ_k — constantă pentru X_k^i = constant, kcal/mol;
E_0 — energia de activare, kcal/mol.

Așadar, procesul cu acumulare este caracterizat cinetic prin constanta de viteză, care capătă următoarea expresie:

$$\ln k = \ln A' - \frac{E_0}{RT} + \sum_{k}^{n-1} \frac{\psi_k}{RT} \ln X_k^i \qquad (4)$$

pentru $k = 1, 2, 3, 4, \ldots n$

Caracterizarea hidrodinamică a procesului în pastă este sintetizată de relațiile care dau

dependența raportului lichid : solid $\mathcal{F}(1 : kg)$ de alți factori :

$$\mathcal{F} = \frac{1}{\gamma_L^0 \cdot c_{ac}^0} \sum_{i=1}^{N} \beta_i \cdot x_i \qquad (5)$$

sau :

$$\mathcal{F} = \frac{\lambda \cdot \beta_i \cdot x_i}{\gamma_L^0 \cdot c_{ac}^0} \qquad (6)$$

unde :

γ_L^0 este densitatea fazei lichide în momentul inițial, kg/l ;

c_{ac}^0 — concentrația acidului sulfuric inițial, % ;

β_i — coeficientul echivalent, masa de acid sulfuric 100 %, pentru unitatea de masă i ;

x_i — concentrația componentului i în material, % ;

λ — coeficient de expandare, determinat de excesul de acid necesar pentru respectarea masei echivalente, adimensional.

Bilanțul energetic al procesului este caracterizat prin relația :

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{0{,}01 \cdot \Delta H_i}{M_i \varphi} \cdot \frac{dC_i}{d\tau} = \frac{dT}{d\tau} + \frac{S\alpha}{Q\varphi}(T - T_\sigma) \qquad (7)$$

în care :

ΔH_i este căldura reacției dintre acidul sulfuric și componentul i din material, kcal/mol ;

M_i — greutatea moleculară a componentului i, kg/mol ;

C_i — concentrația componentului i, % în greutate ;

N — numărul de componenți reactivi din material ;

φ — căldura specifică a amestecului de reacție, kcal/kg °K ;

T — temperatura amestecului la momentul τ, °K ;

T_σ — temperatura mediului ambiant, °K ;

S — suprafața amestecului de reacție, m^2 ;

α — coeficientul de transfer termic, kcal/m^2 · min. °K ;

Q — masa amestecului de reacție, kg ;

Procesul de acumulare-activare autogenă are loc dacă este îndeplinită inegalitatea $\frac{dT}{d\tau} > 0$. În această condiție se obține următoarea inegalitate :

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{0{,}01\ \Delta H_i}{M_i} \cdot \frac{dC_i}{d\tau} > \frac{S\alpha}{Q}(T - T_\sigma) \qquad (8)$$

valabile pentru $T \geqslant T_m$ și $Q \geqslant Q_m$,

T_m fiind temperatura cînd începe reacția intensivă, °K ;

Q_m — masa critică a amestecului (masa minimă la care are loc procesul de activare-acumulare), kg.

Inegalitatea (8) constituie relația de determinare a masei critice Q_m a amestecului de reacție.

Studii efectuate

Procesul de activare-acumulare autogenă s-a aplicat la solubilizarea cenușilor cuprifere. S-au calculat raportul lichid : solid minim necesar pentru solubilizarea cenușilor cu acid sulfuric (tab. 1) și masa critică (tab. 2).

$$\Sigma \beta_i x_i = 105{,}01 \quad \mathcal{F} = \frac{105{,}01}{1{,}84 \cdot 94} = 0{,}61$$

Tabelul 1

Parametrii care intervin în calculul raportului lichid : solid

i	Cu	Zn	Fe	Pb
x_i	33,64	21,58	11,52	1,13
β_i	1,54	1,50	1,75	0,47
$\beta_i x_i$	51,98	32,34	20,16	0,53

Tabelul 2

Variabile care intervin în calculul masei critice

i	Unitate de măsură	Cu	Zn	Fe	Pb
H_i	kcal/mol	−14,66	−20,97	−24,22	−18,96
M_i	kg/mol·10^{-3}	63,50	65,40	56,00	207,00
C_i^0	%	33,68	21,58	11,52	1,13
$C_i^0 - C_i^f = -C_i^0 \eta_i$	% (pentru $\eta_i = 95$ %)	−32,00	−20,50	−10,94	− 1,07
$\Delta\tau$	min	15			
$T_m - T_\sigma$	grade	461 − 293 = 168			

Cercetările de solubilizare prin procedeul în pastă a unor deșeuri industriale conținînd zinc 20,24 %, cupru 2,1 %, plumb 3,4 %, fier 28,29 %, SiO_2 6,14 % au stabilit următorii parametri de lucru : raportul lichid : solid <2,5, acid sulfuric <800 g/l, 461°K, durata procesului, 15 min. ; randamentele de extracție au fost de 96 % pentru zinc și 98 % pentru cupru [2].

În cazurile cenușilor cuprifere studiate s-a considerat, ca temperatură maximă a amestecului de reacție, 461°K. S-a calculat masa critică Q_m pentru un proces care durează 15 min., cu un randament de extracție mediu de 95%, al unui material cu granule sferice, de diametru 4 mm.

S-au considerat următoarele reacții de solubilizare:

$$MeO + H_2SO_4 \rightarrow MeSO_4 + H_2O$$

unde Me = Cu, Fe, Zn, Pb.

S-au calculat entalpiile de reacție, cunoscînd entalpiile de formare ale substanțelor [3; 4]:

$$\Delta H_i = \Sigma H_{produse} - \Sigma H_{materii\ prime}$$

Termenul din inegalitatea (8):

$$\frac{S\alpha}{Q}(T - T_\sigma)$$

devine pentru $Q = Q_m$

$$\frac{S\alpha}{Q_m}(T_m - T_\sigma)$$

Exprimînd suprafața S în funcție de suprafața fiecărei granule și de numărul total de granule se ajunge la expresia:

$$\frac{S\alpha}{Q_m}(T_m - T_\sigma) = \frac{Q_m}{\rho \frac{4}{3}\pi R^3} \cdot 4\pi R^2 \frac{\alpha}{Q_m}(T_m - T_\sigma) =$$

$$= \frac{3\alpha}{\rho R}(T_m - T_\sigma) \qquad (9)$$

Expresia (8) se integrează pe domeniile C_i—0,95 C_i(%) și 0—15 (min.). Se alege ρ = = 8500 kg/m³ [5] și se determină α utilizînd datele din tabelul 2.

$$\alpha = 0{,}422 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{grad}$$

Știind că α este egal cu raportul dintre conductivitatea termică și raza particulelor sferice:

$$\alpha = \frac{\lambda}{R}$$

se poate determina λ

$$\lambda = \alpha R = 0{,}051 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grad}$$

Această valoare este în concordanță cu valorile conductivităților termice ale multor substanțe anorganice [5], deci presupunerile făcute pînă acum sînt corecte.

Cunoscînd α se revine la relația (8). Rezultă $S/Q_m = 0{,}177$. Pentru $Q_m = 500$ kg se determină S = 88,34 m². Verificarea acestei presupuneri:

$$S = 4\pi R^2 \cdot n = 4\pi R^2 \frac{Q_m}{\rho \frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3Q_m}{\rho R}$$

$$S = 88{,}24 \text{ m}^2$$

În concluzie, cenușa cupriferă măcinată la o finețe de 4 mm, în cantitate de cel puțin 500 kg, poate fi tratată în procedeul cu activare-acumulare autogenă, obținîndu-se randamente de extracție de 95%.

La scară de laborator s-au tratat probe de cîte 20 g material, la temperatura camerei, cu acid sulfuric 94%, în raportul lichid : solid între 1 și 1,75. Probele s-au menținut 72 ore la temperatura de 50°C, pentru maturare, respectiv desăvîrșirea reacțiilor de trecere în sulfați a metalelor conținute. După acest timp, materialul s-a diluat cu apă, în raportul lichid : solid = 5 și s-a încălzit la fierbere o oră. S-a filtrat barbotina, iar în soluție s-au analizat cuprul și zincul. Rezultatele determinărilor experimentale sînt prezentate în figura 1. Se

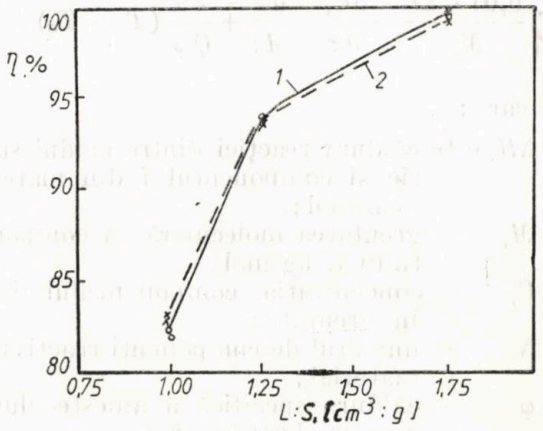


Fig. 1. Randamentele de extracție ale cuprului și zincului în funcție de raportul lichid : solid :
1 — extracția cuprului; *2* — extracția zincului

atestă posibilitatea extragerii, prin această metodă, a cuprului și zincului cu randamente de peste 95%, folosind acid sulfuric 94%, în raportul lichid : solid = 1,5. Extracțiile au fost practic totale la un raport lichid : solid = 1,75. Excesul față de cantitatea stoechiometrică de acid a fost de 2,5—3 ori.

Concluzii

S-a studiat în laborator posibilitatea de solubilizare a unor cenuși cuprifere bogate, prin procedeul în pastă. Extracții de peste 95%

s-au înregistrat la un raport lichid : solid = 1,5, pe probe de cenușă tratată cu acid sulfuric 94 % timp de trei zile, la 50°C. După maturare, probele s-au diluat cu apă și s-au încălzit o oră la fierbere. Barbotina s-a filtrat.

Din studiul teoretic al procesului s-a ajuns la următoarele concluzii : industrial s-ar obține rezultate comparabile cu cele din laborator, pe șarje de minim 500 kg, cu material măcinat la 4 mm. Atacul cu acid sulfuric 94 % în raportul lichid : solid de 1,5 ar produce creșterea temperaturii la 461°K. După 15 min., reacția este desăvîrșită.

Procedeul cu activare-acumulare autogenă prezintă avantaje față de solubilizarea cu acid sulfuric diluat și anume creșterea producției specifice a instalației și efort termic exterior cu mult mai redus.

Bibliografie

[1] * * * *Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R.* Ed. politică, București, 1979, p. 23.

[2] Mehandjieva, K. R., Mehandjiev, M. R. *Proceedings.* IX International Mineral Processing Congress, Cagliari, 1975.

[3] * * * *Manualul inginerului chimist.* Vol. II, Ed. tehnică, București, 1958, p. 1 427– 1 673.

[4] Beskov, S. D. *Calcule tehno-chimice.* Ed. tehnică, București, 1969.

[5] Floarea, O. ș.a. *Operații și utilaje în industria chimică. Probleme.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1980.

[6] Barin, I., Knacke, K. *Thermochemical Tables for Inorganic Substances.* Springer, Berlin, 1972.

Contaminarea cu solide a fluidelor de foraj

Asist. ing. **Speranța Victoria Prodan**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Se cunoaște faptul că vitezele mecanice în forajul cu apă sînt de cîteva ori mai mari decît în forajul cu fluide de foraj cînd ceilalți parametrii ai regimului de foraj se mențin identici. În ultimii 10 ani s-au inițiat mai multe investigații pentru a explica cauza care produce această înrăutățire a indicatorilor regimului de foraj pe măsură ce se înlocuește apa cu fluide de foraj. Cercetările de laborator și analiza datelor furnizate de experimentele din șantiere au arătat că principalul factor care influențează forabilitatea este conținutul de particule solide de foraj. S-a constatat faptul că viteza de foraj scade, numărul de sape utilizate și timpul de foraj cresc, cu cît conținutul de particule solide din fluidul de foraj crește [1; 2] (fig. 1).

În plus, la același conținut de solide, un fluid de foraj care are particulele de solide nedispersate permite obținerea unor performanțe superioare față de un sistem cu particulele de solide dispersate [3] (fig. 2).

În procesul de foraj proprietățile reologico-coloidale ale fluidului de foraj obișnuit se modifică, în mod continuu, ca urmare a acumulării de particule solide rezultate prin dispersarea rocilor argiloase din detritus sau din pereții găurii de sondă [4].

Proprietățile fluidelor de foraj influențează cheltuielile de foraj prin influența exercitată de acestea asupra vitezei de foraj și prin costul aditivilor folosiți pentru controlul acestor caracteristici. Reglarea proprietăților majore, densitate, filtrare și caracteristici de curgere influențează prețul de cost al fluidului de foraj. Controlul proprietăților fluidelor de foraj depinde, în primul rînd, de tratamentele efectuate pentru prevenirea contaminărilor provocate de influxul continuu de particule solide forate în sistemul activ de fluid de foraj, tratamentele în cazul contaminărilor chimice devenind o problemă secundară [4].

În general, faza solidă dintr-un fluid de foraj constă din : particule argiloase introduse pentru crearea suportului coloidal, materiale de îngreuiere și fragmente din rocile dislocate. Dacă acestea din urmă sînt constituite din argile sau marne hidratabile ele se vor dispersa parțial în masa fluidului de foraj [5].

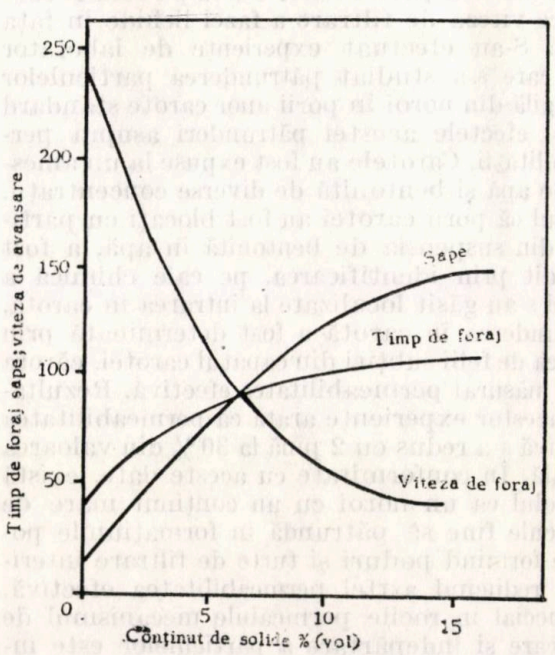


Fig. 1

Solidele conținute de fluidele de foraj se pot clasifica astfel:

- după dimensiune: coloizi, mîl, nisip, detritus, dărîmătură [6];

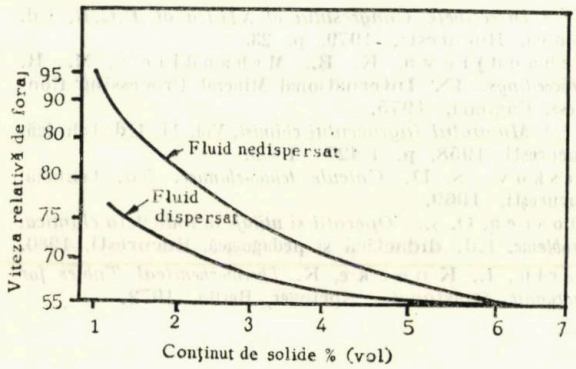


Fig. 2

- după proveniență: adăugate la suprafață sau provenite din materialul dizlocat de sapă sau dărîmat din pereții găurii de sondă;
- după activitatea electrochimică:

— reactive, sub formă coloidală care, de obicei, creează structura sistemului (argile puternic hidratabile și dispersabile, argile organofile, asfalt, fibre de azbest ș.a.) și

— inerte din care dezirabile sînt materialele de îngreuiere și cele de blocare și indezirabile cum ar fi: nisipul, particulele de gresie, calcar, argilă sau marnă nedispersate [7].

Particulele solide, în special cele dispersate, au un efect nefavorabil asupra vitezei de avansare deoarece formează o turtă de colmatare instantanee în porii rocilor din talpa sondei care reduce viteza de filtrare a fazei lichide în fața sapei. S-au efectuat experiențe de laborator prin care s-a studiat pătrunderea particulelor de argilă din noroi în porii unor carote standard [8] și efectele acestei pătrunderi asupra permeabilității. Carotele au fost expuse la un amestec de apă și bentonită de diverse concentrații. Faptul că porii carotei au fost blocați cu particule din suspensia de bentonită în apă, a fost dovedit prin identificarea, pe cale chimică a lor, și s-au găsit localizate la intrarea în carotă. Pătrunderea în carotă a fost determinată prin tăierea de felii subțiri din capătul carotei, cărora li s-a măsurat permeabilitatea efectivă. Rezultatele acestor experiențe arată că permeabilitatea efectivă s-a redus cu 2 pînă la 30 % din valoarea inițială. În conformitate cu aceste date, există pericolul ca un noroi cu un conținut mare de particule fine să pătrundă în formațiunile poroase formînd poduri și turte de filtrare interioare, reducînd astfel permeabilitatea efectivă. În special în rocile permeabile mecanismul de dizlocare și îndepărtare a particulelor este influențat mult de zona invadată cu particule solide din noroi [7, 8; 9].

Asupra forabilității rocilor influențează și viscozitatea fluidului de foraj [9] (fig. 3 și 4). Din punctul de vedere al asigurării unei viteze cît mai mari, coeficientul de viscozitate cinema-

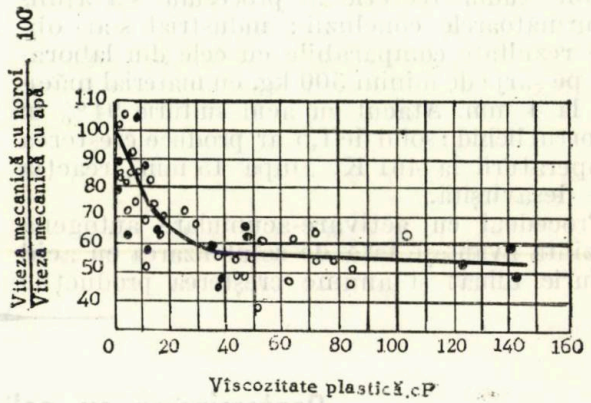


Fig. 3

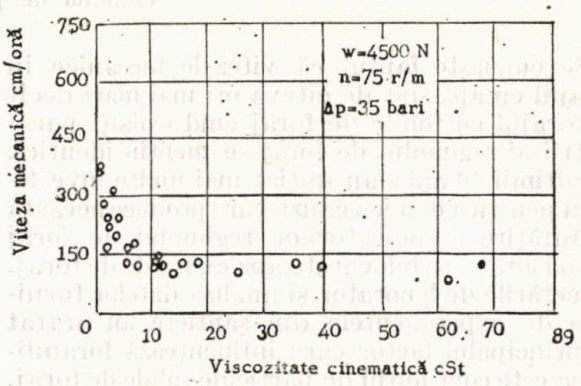


Fig. 4

tică, determinat de valori de reopantă specifice curgerii la talpa sondei ($10^5 s^{-1}$) și la presiunile și temperaturile la care are loc procesul de dislocare, trebuie să asigure valori care să permită trecerea cît mai rapidă la o curgere turbulentă. În acest sens s-a observat că cea mai bună comportare reologică o are fluidul de foraj cu conținut redus de particule solide argiloase [10].

Conform teoriei turbulenței și a stratului limită [10], un fluid vîscos care curge cu o viteză mare în raport cu o suprafață, datorită gradului înalt de turbulență, poate fi considerat ideal cu excepția unui strat subțire aflat la contactul cu suprafața unde curgerea are loc în regim laminar. În acest strat se presupune că viteza variază de la zero la viteza maximă pe care o capătă fluidul (fig. 5). Grosimea stratului limită se calculează cu relația:

$$\delta = \sqrt{\frac{\eta D_s}{\rho v_{max}}}$$

în care :

η reprezintă viscozitatea efectivă a fluidului ;

ρ — densitatea fluidului ;

D_s — o dimensiune caracteristică a suprafeței ;

V_{max} — viteza maximă în curentul turbulent.

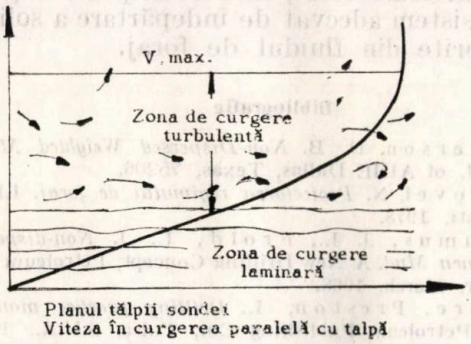


Fig. 5

Viteza de mișcare într-un punct din interiorul stratului limită situat la distanța x de talpă va fi :

$$v = \frac{x}{\delta} v_{max} = x\, v_{max} \sqrt{\frac{\rho v_{max}}{\eta D_s}}$$

Prin urmare, cu cît viscozitatea fluidului va fi mai redusă, viteza curentului în apropierea tălpii va fi mai ridicată, iar condițiile de îndepărtare a fragmentelor de rocă de pe talpa sondei vor fi mai favorabile. Chiar în afara stratului limită, reducerea viscozității fluidului mărește gradul de turbulență, iar dantura sapei va fi mai bine curățată.

Dar se știe că viscozitatea constituie o măsură a frecării interne dintre particulele de solide de fluid, precum și dintre acestea și cele dintîi, deci orice micșorare a conținutului de solide are efecte importante asupra reducerii viscozității, implicit avantajele ce rezultă din aceasta, menționate mai sus [7].

Efectul particulelor de solide asupra viscozității unui sistem poate fi ilustrat de relația lui Mooney [11] :

$$\eta_r = exp\left(\frac{2{,}5}{1 - k\Phi}\right)$$

unde :

η_r reprezintă viscozitatea relativă a amestecului polidispers ;

Φ — fracția de volum a fazei disperse ;

k — coeficientul de interacțiune hidrodinamică, care crește cu micșorarea diametrului d al particulelor, conform relației :

$$k = 1{,}079 + exp\ (0{,}01/d) + exp\ (0{,}0029/d^2)$$

Utilizînd o ecuație de tip Mooney pentru fiecare fracțiune a unui sistem polidispers, viscozitatea amestecului este dată de relația :

$$\eta = exp\left(\frac{2{,}5}{1 - k_1\Phi_1}\right) exp\left(\frac{2{,}5}{1 - k_2\Phi_2}\right) exp \ldots$$

$$\ldots exp\left(\frac{2{,}5}{1 - k_i\Phi_i}\right),$$

unde coeficienții k_i sînt dați de relația de mai sus corespunzător fiecărui diametru. Pentru particulele solide conținute în sistemele polidisperse ale fluidelor de foraj coeficientul k ia valori cuprinse între $\frac{1}{0{,}65} \ldots \frac{1}{0{,}74}$.

Cu cît particulele solide sînt mai active (din punct de vedere chimic), adică se hidratează și se dispersează mai repede, efectul asupra viscozității este mai vizibil deoarece crește valoarea fracției de volum a fazei disperse Φ.

Gradul de creștere a viscozității este, în mod frecvent, o funcție exponențială a conținutului de argilă, așa cum rezultă din figura 6. Bentonita folosită în experiență este de tipul bentonită de sodiu (fig. 7), cu bune proprietăți de dis-

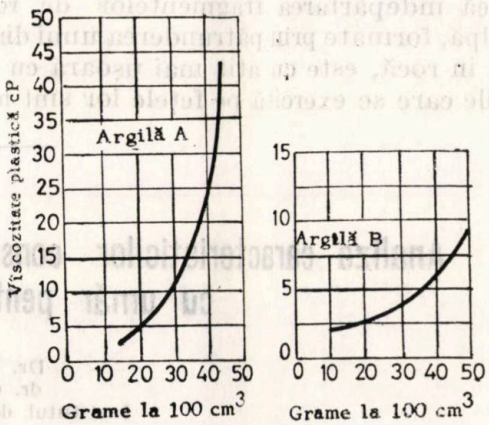


Fig. 6

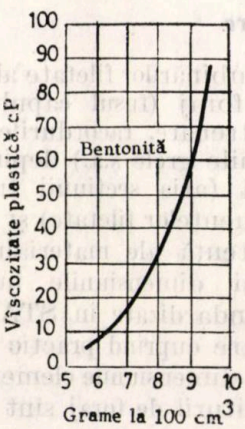


Fig. 7

persare care, în amestecuri apoase, dezvoltă o viscozitate ridicată. Argilele *A* și *B* conțin amestecuri de diferite minerale argiloase și mici cantități de montmorillonit care, în amestecuri apoase, creează viscozitate și gelație mai reduse.

Dacă pentru continuarea forajului în condiții de siguranță este necesară îngreuierea fluidului de foraj, densitatea trebuie mărită prin adaos de materiale de îngreuiere. Continuînd forajul în cazul unor formațiuni marnoase sau argiloase, detritusul nou format se macină și se înglobează în noroiul de foraj. Particulele care fac parte din tipul de argilă hidratabilă se dispersează, avînd ca rezultat o creștere mare a viscozității [5]. Acele particule care nu hidratează se dispersează și ele dar nu produc o creștere a viscozității în aceeași măsură. Această înglobare de particule suplimentare de argilă cauzează creșteri mari a viscozității și gelației, în cazul noroaielor îngreuiate care conțin o concentrație mare de solide.

Pe de altă parte, conținutul ridicat de particule solide înrăutățește viteza de avansare a sapei și prin efectul de mărire a densității fluidului de foraj, fenomen explicabil prin mărirea presiunii hidrostatice a coloanei de fluid exercitată pe suprafața tălpii sondei. Ori, se știe că îndepărtarea fragmentelor de rocă de pe talpă, formate prin pătrunderea unui dinte de sapă în rocă, este cu atît mai ușoară cu cît presiunile care se exercită pe fețele lor sînt mai apropiate ca valoare (presiunea hidostatică și presiunea fluidelor din pori la nivelul fisurii).

Cercetările de laborator cu microsape au confirmat observațiile practice, evidențiind faptul că viteza mecanică crește simțitor dacă se reduce conținutul de particule solide din fluidele de foraj cu care se forează. În consecință, trebuie efectuat un control riguros al concentrației de particule solide, care nu se poate asigura fără un sistem adecvat de îndepărtare a solidelor nedorite din fluidul de foraj.

Bibliografie

[1] Anderson, D. B. *Non-Dispersed Weighted Muds.* SPEJ, of AIME Dallas, Texas, 75206.
[2] Macovei, N. *Proiectarea regimului de foraj.* I.P.G. Ploiești, 1978.
[3] Lummus, J. L., Frold, L. J. *Non-dispersed Polymen Mud.* A New Drilling Concept, Petroleum Engineer, March, 1968.
[4] Moore, Preston, L. *Drilling practice manual.* The Petroleum Publishing Co., Tulsa, S.U.A., 1974.
[5] Soare, E. *Fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi.* I.P.G. Ploiești, 1976.
[6] * * * *Dresser.* Equipment tehnical memorandum, 1971–1974.
[7] Horhoianu, Gh., Macovei, N. *Fluide de foraj.* I.P.G. Ploiești, 1976.
[8] Rogers, W. F. *Compoziția și proprietățile fluidelor de foraj.* Ed. tehnică, București, 1969.
[9] Ekel, J. R. *Microbit studies of the effect of fluid properties and hidraulies on drilling rate.* J.P.T., Apr., 1967.
[10] Crețu, I. *Hidraulica generală și subterană.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1971.
[11] Mîndru I., Ceacăreanu, D. M. *Chimia coloizilor și suprafețelor, metode experimentale.* Ed. tehnică, București, 1976.

Analiza caracteristicilor constructive și funcționale ale îmbinărilor cu umăr pentru garnitura de foraj

Dr. ing. **V. Ulmanu**
dr. doc. ing. **D. Rașeev**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Introducere

Rezistența îmbinărilor filetate ale elementelor garniturii de foraj (fusul capului hidraulic, prăjina de antrenare, racordurile speciale, reducțiile, prăjinile grele ș.a.) depinde de forma lor geometrică (aria secțiunii transversale și rigiditatea elementelor filetate) și de caracteristicile de rezistență ale materialului. Formele constructive și dimensiunile îmbinărilor cu umăr sînt standardizate în STAS 835–80 și API std. 7, care cuprind practic aceleași tipodimensiuni, iar dimensiunile elementelor componente ale garniturii de foraj sînt reglementate prin standarde de produs.

Gama actuală de tipodimensiuni a îmbinărilor cu umăr pentru garnitura de foraj de tip normal, larg și uniform a rezultat prin restrîngerea pe criterii practice a numărului mare de îmbinări folosite anterior. Îmbinările de tip numerotat (NC) sînt rezultatul elaborării unei serii de 13 îmbinări noi, dintre care șase sînt interschimbabile cu vechile îmbinări.

În cazul în care cerințele forajului fac necesară realizarea unei îmbinări cu dimensiuni intermediare sau în afara valorilor extreme standardizate, proiectarea acesteia trebuie să se realizeze pe baza unor criterii de similitudine geometrică și funcțională. În această lucrare vom analiza îmbinările cu umăr de diferite

tipuri, pe baza unor criterii constructive şi funcţionale, cu aplicaţii la proiectarea unei noi îmbinări cu umăr de tip API.

II. Analiza critică constructiv-funcţională a îmbinărilor cu umăr

Analiza constructivă a îmbinărilor cu umăr are ca scop stabilirea unor criterii de similitudine geometrică şi funcţională, care permit extinderea gamei tipodimensionale.

1. *Raportul dintre aria mufei şi aria cepului*

Pe baza dimensiunilor standardizate, s-a determinat aria secţiunii transversale a cepului A_c şi mufei A_m în dreptul primei spire angajate a cepului corespunzător diametrului de fund al spirelor filetului, pentru racordurile speciale, prăjinile grele şi capetele hidraulice (conform construcţiilor interne actuale). Variaţia ariei mufei cu aria cepului este prezentată în figurile 1—4.

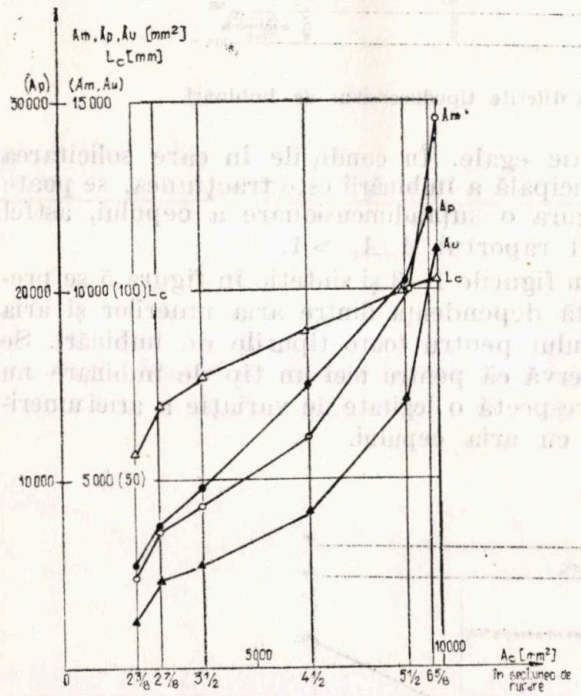


Fig. 1. Indicii constructiv-funcţionali ai îmbinărilor cu umăr de tip normal (N) ale racordurilor speciale.

Deoarece elementele îmbinării sînt executate din acelaşi oţel şi prezintă acelaşi coeficient de concentrare a eforturilor (au acelaşi tip de filet) rezultă că cepul şi mufa ar avea aceeaşi rezistenţă atunci cînd ariile lor ar fi egale ($A_c = A_m$). Analiza valorilor reale ale raportului A_m/A_c scoate în evidenţă următoarele.

1. Cu excepţia îmbinărilor de tip uniform (IF), unde variaţia este liniară, la toate celelalte tipuri de îmbinări nu există o corespondenţă liniară între aria cepului şi aria mufei.

2. La racordurile speciale (fig. 1, 2, 3 şi 4) se înregistrează cele mai mici valori ale raportului A_m/A_c.

3. La capetele hidraulice (fig. 4) raportul între aria mufei şi aria cepului este supraunitar, avînd valorile cuprinse între 1,17 şi 1,98, mai mari decît la racordurile speciale.

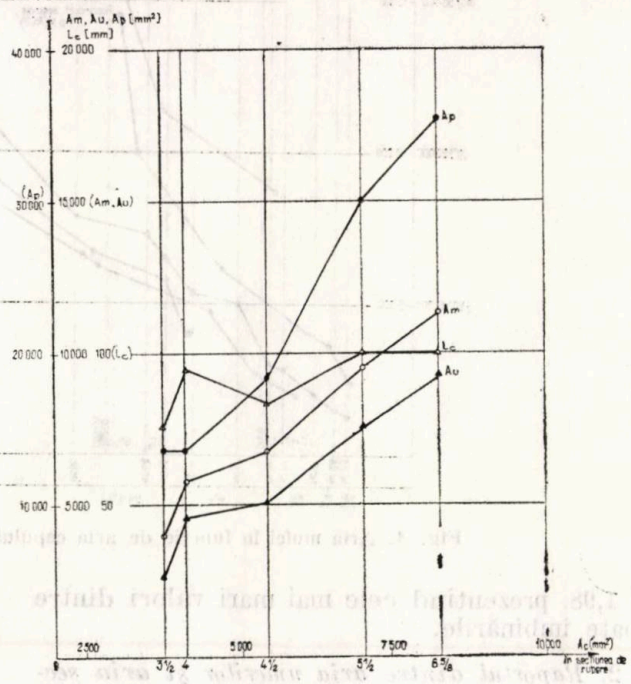


Fig. 2. Indicii constructiv-funcţionali ai îmbinărilor cu umăr de tip larg (FH) ale racordurilor speciale.

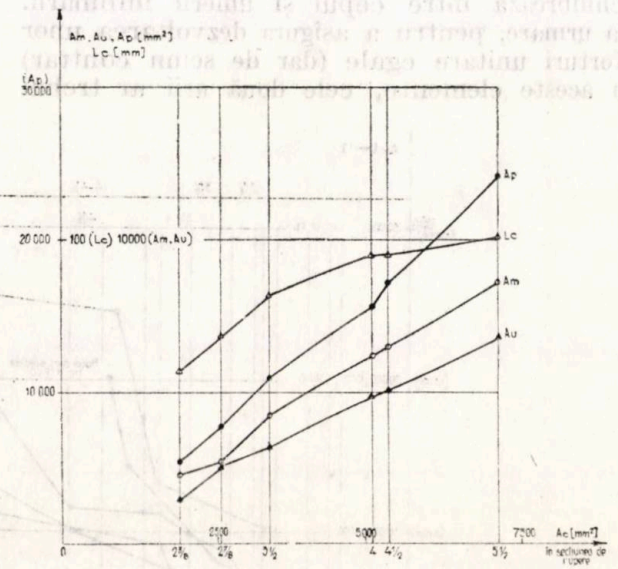


Fig. 3. Indicii constructiv-funcţionali ai îmbinărilor cu umăr de tip uniform (IF) ale racordurilor speciale.

4. La prăjinile grele, unde se folosesc îmbinări de tip numerotat (fig. 4), raportul dintre aria mufei şi aria cepului este cuprins între 1,27

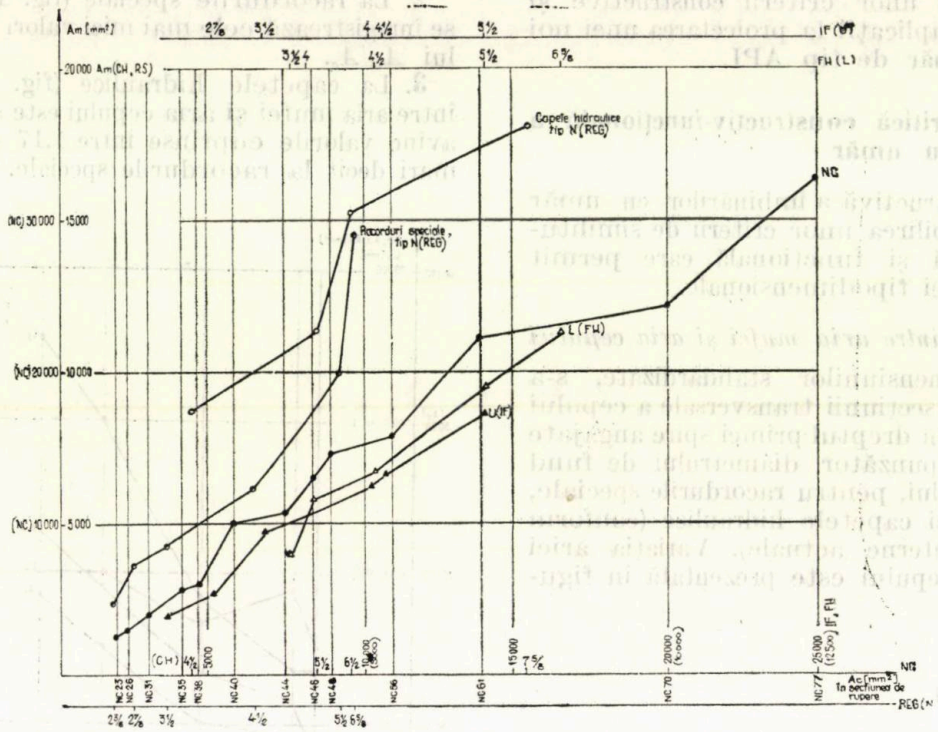


Fig. 4. Aria mufei în funcție de aria cepului pentru diferite tipodimensiuni de îmbinări.

și 1,98, prezentînd cele mai mari valori dintre toate îmbinările.

2. *Raportul dintre aria umerilor și aria secțiunii transversale a cepului în planul de măsurare*

Efortul de pretensionare a îmbinărilor se echilibrează între cepul și umerii îmbinării. Ca urmare, pentru a asigura dezvoltarea unor eforturi unitare egale (dar de semn contrar) în aceste elemente, cele două arii ar trebui să fie egale. În condițiile în care solicitarea principală a îmbinării este tracțiunea, se poate asigura o supradimensionare a cepului, astfel încît raportul $A_c/A_u > 1$.

În figurile 1—3 și sintetic în figura 5 se prezintă dependența dintre aria umerilor și aria cepului pentru toate tipurile de îmbinări. Se observă că pentru nici un tip de îmbinare nu se respectă o legitate de variație a ariei umerilor cu aria cepului.

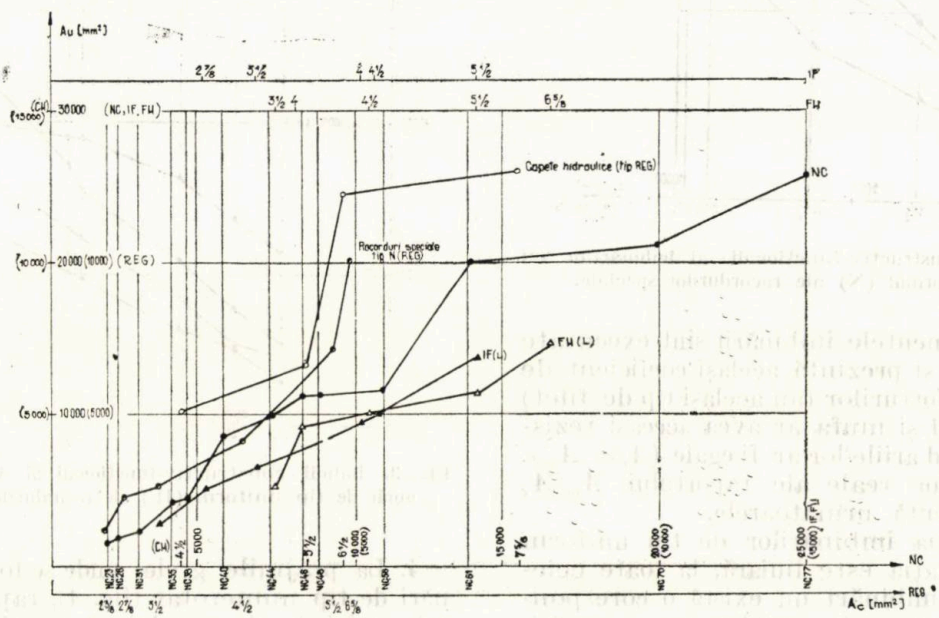


Fig. 5. Aria umerilor în funcție de aria cepului pentru diferite tipodimensiuni de îmbinări.

3. *Lungimea cepului*

Analizînd variaţia lungimii cepului cu aria cepului în planul de măsurare (fig. 1—3) se constată că, faţă de indicii analizaţi anterior, există o mai bună proporţionalitate între aceste mărimi.

4. *Aria portantă a filetului*

Deoarece criteriile dimensionale analizate anterior nu au evidenţiat o dependenţă clară a caracteristicilor geometrice cu tipodimensiunea îmbinării, s-a căutat un criteriu funcţional, care să corespundă unitar tuturor tipodimensiunilor.

Se propune astfel aria portantă a spirelor, A_p, ca sumă a suprafeţelor portante ale tuturor spirelor :

$$A_p = \pi \cdot d_m \cdot (H - 2\ T_v) \cdot n_s \qquad (1)$$

în care :

d_m este diametrul mediu al filetului ;
H — înălţimea netrunchiată a filetului ;
T_v — trunchierea la vîrf ;
n_s — numărul de spire.

Acest criteriu include efectul conicităţii, al diametrului în planul de măsurare, al lungimii filetate şi al geometriei spirelor.

Din figurile 1—3 şi sintetic din figura 6 se constată că variaţia ariei portante cu aria cepului în planul de măsurare este aproximativ liniară (nu respectă o legitate la capetele hidraulice). Această observaţie permite determinarea ariei portante a unei noi îmbinări pentru care se cunoaşte aria cepului în planul de măsurare. De asemenea, permite adoptarea unui criteriu unitar de calcul a momentului de înşurubare pentru diferite tipodimensiuni, astfel încît în îmbinare să se dezvolte o forţă de prestrîngere F_0 care, raportată la aria portantă a îmbinării, să conducă, la toate tipodimensiunile, la aceeaşi valoare a sarcinii distribuite pe aria spirelor :

$$p = \frac{F_0}{A_p}, \quad \text{N/mm}^2 \qquad (2)$$

III. Determinarea capacităţii portante a îmbinărilor cu umăr

În timpul forajului rotativ cu masa, îmbinările cu umăr ale garniturii de foraj sînt solicitate prin compunerea următoarelor eforturi.

a. Prin înşurubare cu forţă de prestrîngere (pretensionare), în cep se dezvoltă eforturi unitare de tracţiune, iar în mufă eforturi unitare de compresiune, sub acţiunea forţei de pretensionare F_0, dedusă din relaţia [1] :

$$M_{ts} = F_0 \left(\frac{p}{2\pi} + \frac{d_m \cdot \mu}{2\cos\beta} + \frac{d_u}{2}\mu \right) \qquad (3)$$

în care :

d_u este diametrul mediu al umerilor îmbinării ;
d_m — diametrul mediu al filetului, determinat ca media aritmetică a diame-

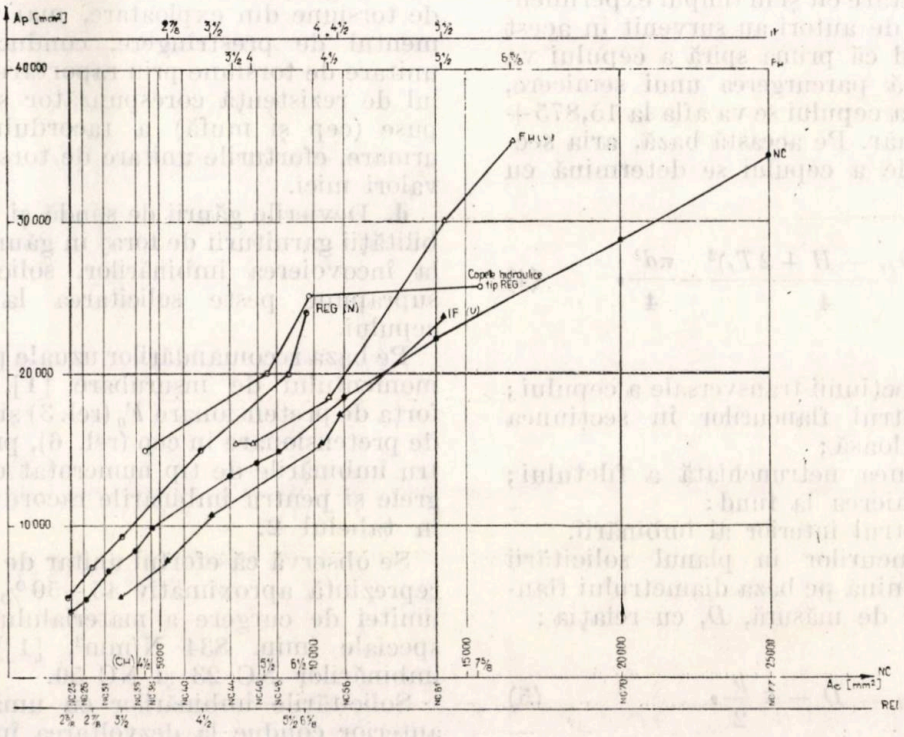


Fig. 6. Aria portantă a spirelor în funcţie de aria cepului pentru diferite tipodimensiuni de îmbinări.

trelor maxim și minim ale cepului corespunzător lungimii filetate;
p — pasul filetului;
μ — coeficientul de frecare (admis 0,08);
β — unghiul profilului filetului ($\beta = 30°$).

Transmiterea efortului de la mufă la cep se face prin intermediul flancurilor spirelor filetului, astfel încît cepul va fi solicitat la tracțiune, solicitarea maximă sub acțiunea întregii forțe F_0 dezvoltîndu-se la baza cepului.

În continuare se vor determina solicitările cepului care, așa cum indică experiența practică, este elementul sensibil al îmbinării.

Pentru calculul efortului unitar maxim în cep, diferiți autori au luat în considerație secțiunea cea mai solicitată a cepului, conform datelor tabelului 1.

Tabelul 1

Autorul	Publicația	Poziția secțiunii transversale a cepului maxim solicitate
Mansholt	[2]	prima spiră de la umăr (19,05 mm de la umăr)
Hosang	[3; 4]	planul de măsurare (15,875 mm de la umăr)
v.d. Wissel	[6]	idem
Hauk	[9]	a 3-a spiră de la umăr
A P I	[1]	5/8 inch de la umăr (15,875 mm de la umăr)

În cadrul acestei lucrări se acceptă că secțiunea cea mai periculoasă este în dreptul primei spire angajate a cepului, pe baza faptului că ruperile în exploatare cît și în timpul experimentărilor efectuate de autori au survenit în acest plan. Considerînd că prima spiră a cepului va fi completă după parcurgerea unui semicerc, secțiunea critică a cepului se va afla la $15{,}875 + p/2$ mm de umăr. Pe această bază, aria secțiunii transversale a cepului se determină cu relația:

$$A_c = \frac{\pi(D_{fl} - H + 2T_f)^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}, \qquad (4)$$

în care:

A_c este aria secțiunii transversale a cepului;
D_{fl} — diametrul flancurilor în secțiunea periculoasă;
H — înălțimea netrunchiată a filetului;
T_f — trunchierea la fund;
d — diametrul interior al îmbinării.

Diametrul flancurilor în planul solicitării maxime se determină pe baza diametrului flancurilor în planul de măsură, D, cu relația:

$$D_{fl} = D - k\frac{p}{2}, \qquad (5)$$

în care k este conicitatea filetului.

Efortul unitar de tracțiune în cep sub acțiunea forței de pretensionare se determină cu relația:

$$\sigma_{ot} = \frac{F_0}{A_c}, \quad \text{N/mm}^2 \qquad (6)$$

b. Greutatea proprie a garniturii de foraj (forța de exploatare) conduce la mărirea eforturilor unitare de tracțiune din cep și reducerea eforturilor de compresiune în mufă. În condițiile menținerii pretensionării umerilor îmbinării, asupra cepului se transmite numai o parte din forța de exploatare F, într-o proporție care depinde de caracteristicile elastice ale cepului și mufei, exprimate prin coeficientul de sarcină k_0 [5]. Efortul unitar rezultant din compunerea solicitărilor cepului, datorită forței de prestrîngere și a forței de exploatare, se va determina cu relațiile [5]:

— în condițiile menținerii pretensionării:

$$\sigma_t = \frac{F_0 + k_0 F}{A_c}, \qquad (7)$$

— în condițiile pierderii pretensionării:

$$\sigma_t = \frac{F}{A_c}. \qquad (8)$$

c. Momentul de torsiune transmis de masa rotativă conduce la dezvoltarea eforturilor unitare tangențiale în îmbinările cu umăr. Momentul de torsiune din exploatare, mai mic decît momentul de prestrîngere, conduce la eforturi unitare de torsiune prin raportarea sa la modulul de rezistență corespunzător secțiunii compuse (cep și mufă) a racordului special. Ca urmare, eforturile unitare de torsiune vor avea valori mici.

d. Devierile găurii de sondă și pierderea stabilității garniturii de foraj în găuri largi conduc la încovoierea îmbinărilor, solicitare care se suprapune peste solicitarea la tracțiune a cepului.

Pe baza recomandărilor uzuale pentru valorile momentului de înșurubare [1], se determină forța de pretensionare F_0 (rel. 3) și efortul unitar de pretensionare în cep (rel. 6), prezentate pentru îmbinările de tip numerotat de la prăjinile grele și pentru îmbinările racordurilor speciale în tabelul 2.

Se observă că efortul unitar de pretensionare reprezintă aproximativ 45—50% din valoarea limitei de curgere a materialului racordurilor speciale (min. 834 N/mm², [1]) cu excepția îmbinărilor NC 23 și NC 50.

Solicitările îmbinărilor cu umăr prezentate anterior conduc la dezvoltarea în cep și mufă a unor eforturi unitare care, în funcție de carac-

Tabelul 2

Tipul îmbinării	Tipul produsului	M_{ts} [1 ; 3], Nm	M_{ts} (rel. 3)	F_0, tf	A_c, mm²	σ_{0t}, N/mm²
NC 23		3 460	$6,62 \cdot F_0$	52,2	1 728	302
NC 26		6 500	$7,18 \cdot F_0$	90,4	2 137	423
NC 31		9 400	$8,31 \cdot F_0$	113,0	2 712	416
NC 35		14 890	$9,19 \cdot F_0$	161,8	3 851	418
NC 38		17 755	$9,76 \cdot F_0$	181,8	4 308	422
NC 40	Prăjini grele	20 918	$10,28 \cdot F_0$	203,3	5 328	381
NC 44		30 715	$11,37 \cdot F_0$	269,9	6 769	398
NC 46		32 245	$11,98 \cdot F_0$	269,3	7 700	349
NC 50		54 694	$12,97 \cdot F_0$	421,5	8 242	511
NC 56		66 428	$13,90 \cdot F_0$	477,8	10 928	437
NC 61		94 081	$15,42 \cdot F_0$	610,0	14 179	430
NC 70		144 897	$17,20 \cdot F_0$	842,2	19 323	435
NC 77		197 959	$18,59 \cdot F_0$	1 064,3	24 278	438
2 3/8 REG		4 150— 4 850	$6,17 \cdot F_0$	72,9	1 996	365
2 7/8 REG	Racorduri	6 900— 9 700	$7,05 \cdot F_0$	117,7	2 644	445
3 1/2 REG	speciale	9 700—13 200	$8,11 \cdot F_0$	141,2	3 721	379
4 1/2 REG		17 000—22 200	$10,56 \cdot F_0$	185,6	6 461	287
5 1/2 REG		31 800—37 500	$12,83 \cdot F_0$	270,0	9 123	296
6 5/8 REG		36 700—42 200	$13,60 \cdot F_0$	290,0	9 624	301

terul variației și de valoarea lor, pot conduce la următoarele situații:

- atingerea unor deformații ce fac inutilizabilă îmbinarea filetată (pierderea preciziei);
- ruperea prin depășirea rezistenței la tracțiune;
- ruperea la oboseală, în cazul solicitărilor variabile.

Ca urmare, calculul capacității portante a îmbinării cu umăr se poate face în următoarele ipoteze: la rupere, la deformare și la oboseală. În această lucrare se determină capacitatea portantă statică a îmbinării, admițînd ca stare limită atingerea limitei de curgere în secțiunea cea mai solicitată, cu considerarea unui coeficient de siguranță ce ține seamă de neuniformitatea aplicării sarcinilor și variația caracteristicilor materialului.

Distribuția eforturilor unitare pe secțiunea transversală a cepului sau mufei este neuniformă datorită efectului de concentrare a tensiunilor pe care îl exercită filetul. Calculul de rezistență ia în considerare valoarea maximă a solicitării în secțiunea periculoasă σ_{max}, care se determină în raport cu efortul unitar mediu σ_n, cu relația:

$$\sigma_{max} = \alpha_k \cdot \sigma_n \qquad (9)$$

în care:

α_k este coeficientul de concentrare a eforturilor la solicitări statice, prezentat în tabelul 3 conform metodologiei din lucrarea [13].

Condiția de rezistență a cepului este:

$$\sigma_{max} = \alpha_k \cdot \sigma_n = \frac{R}{c} \qquad (10)$$

în care:

R este caracteristica de rezistență a materialului;

c — coeficientul de siguranță.

La materiale cu capacitate de deformare plastică, admiterea limitei de curgere R_c drept caracteristică de rezistență în relația (10) conduce la utilizarea necorespunzătoare a materialului, deoarece efortul mediu pe secțiunea transversală este mult inferior vîrfurilor de sarcină. Ca urmare, ținînd seama de faptul că materialele cu caracteristici de plasticitate (deformabile) sînt capabile ca prin curgeri locale să reducă vîrfurile de sarcină fără ca prin aceasta să existe riscul distrugerii piesei în ansamblu,

Tabelul 3

Tipul îmbinării	Tipul produsului	A_p, mm²	α_k	$\delta_{0,2}$	F_{tf}	F/A_p, N/mm²
NC 23		4 406,1	4,025	2,723	51,3	116
NC 26		5 030,4	4,107	2,770	63,3	126
NC 31		7 229,8	4,214	2,831	79,9	110
NC 35		8 729,1	4,273	2,865	113,4	129
NC 38	Prăjini	10 146,4	4,307	2,884	126,6	125
NC 40	grele	12 383,0	4,341	2,903	156,4	126
NC 44		13 506,9	4,376	2,923	198,5	147
NC 46		14 187,9	4,398	2,936	225,6	159
NC 50		15 542,6	4,427	2,952	241,3	155
NC 56		18 932,6	4,458	2,970	319,6	168
NC 61		22 945,5	4,495	2,991	414,2	180
NC 70		28 944,1	4,533	3,013	563,8	195
NC 77		34 810,8	4,566	3,032	707,8	203
2 3/8REG		5 273,4	5,33	3,44	57,9	109
2 7/8REG		7 327,1	5,40	3,51	76,5	104
3 1/2REG	Racor-	94 98,1	5,51	3,57	107,3	112
4 1/2REG	duri	15 053,1	5,69	3,67	185,7	123
5 /12REG	speciale	20 676,8	5,67	3,66	262,4	126
6 /58REG		25 024,0	5,72	3,69	276,5	110

în locul caracteristicii de rezistență se admite valoarea [10]:

$$R = \delta_{0,2} \cdot R_c \tag{11}$$

în care:

$\delta_{0,2}$ este un coeficient supraunitar, determinat cu relațiile:

$$\delta_{0,2} \approx 1 + 0{,}95(\alpha_k - 1)\sqrt[4]{\frac{20}{R_c}}, \tag{12}$$

la oțeluri cu limita de curgere R_c pronunțată,

$$\delta_{0,2} \approx 1 + 0{,}75(\alpha_k - 1)\sqrt[4]{\frac{30}{R_{p0,2}}}, \tag{13}$$

la oțeluri cu limita de curgere convențională $R_{p\,0,2}$.

Înlocuind expresiile (6) și (11) în expresia (10) se obține capacitatea portantă a îmbinării:

$$F = \frac{\delta_{0,2} \cdot R_{p\,0,2} \cdot A_c}{\alpha_k \cdot c} \tag{14}$$

Coeficientul de siguranță la deformare este dat de relația:

$$c = c_{min} \cdot c_1 \cdot c_2 \ldots c_n \tag{15}$$

în care:

$$c_{min} = 2 - \sqrt{\frac{A_5}{50}},$$

ține seama de proprietățile plastice ale materialului [10]:

c_1 — ține seama de împrăștierea valorilor caracteristicilor mecanice ale materialului (pentru o împrăștiere de 10%, $c_1 = 1{,}1$);

c_2 — ține seama de gradul de neuniformitate al solicitării și de suprasarcini (admițîndu-le în limitele a 20%, $c_2 = 1{,}2$).

Pe baza metodologiei expuse, admițînd pentru limita de curgere valoarea uzuală $R_{p\,0,2} = 882$ N/mm² (90 kgf/mm²), s-au determinat, atît limitele de solicitare (capacitatea portantă) a îmbinărilor cu umăr de tip NC de la prăjinile grele și pentru îmbinările racordurilor speciale de tip normal (REG), cît și valorile sarcinii distribuite pe aria portantă a spirelor (F/A_p) prezentate în tabelul 3.

Din analiza datelor prezentate în tabelul 3 rezultă următoarele.

1. Valorile sarcinii limită sînt determinate luînd în considerație un coeficient de siguranță față de curgere de aproximativ 2. Ele reprezintă astfel valorile sarcinii admisibile în condiții de exploatare.

2. Valorile sarcinii distribuite pe aria portantă a spirelor F/A_p sînt foarte apropiate la racordurile speciale și cresc lent cu creșterea tipodimensiunii la prăjinile grele.

3. La racordurile speciale de dimensiuni mari este posibil ca tratamentul termic să nu realizeze caracteristicile mecanice prescrise pe toată secțiunea transversală, fiind necesară reducerea corespunzătoare a valorii limitei de curgere admisă în calcul (STAS 789—80).

IV. Metodologia de proiectare a unei îmbinări cu umăr (tip API și STAS 835—80)

Realizarea unei noi îmbinări cu umăr tip API are la bază încadrarea în criteriile de similitudine constructivă și funcțională determinate anterior: A_m/A_c, A_u/A_c, A_p, $\sigma_{ot} = (0{,}45 - 0{,}50)\,R_c$.

Spre exemplificare, se prezintă principiul de calcul al unei îmbinări de tip API de dimensiune nestandardizată 9 5/8″ REG alegînd ca date inițiale de calcul diametrul exterior $D_e = 285$ mm, diametrul interior $d_i = 50{,}4$ mm (2 inch), sarcina statică maximă 750 tf și sarcina normală de lucru 500 tf.

Pe baza analizei de la punctul 2 s-au adoptat $A_u/A_c = 1$ și $A_p = 39\,500$ mm² (prin extrapolare pentru dimensiunea 9 5/8″, fig. 5).

Explicitînd ariile umerilor și cepului în funcție de diametrul bazei cepului d_{bc}, rezultă:

$$A_u = \frac{\pi}{4}(D_e^2 - d_{bc}^2) \tag{16}$$

$$A_c = \frac{\pi}{4}\left[\left[d_{bc} - \left(15{,}875 + \frac{p}{2}\right)k\right]^2 - d_i^2\right] \tag{17}$$

Pe baza valorii A_c/A_u admise, rezultă diametrul bazei cepului:

$$d_{bc} = 206{,}866 \text{ mm}$$

și diametrul cepului în planul de măsurare:

$$d^{15,875} = 202{,}894 \text{ mm}.$$

Folosind relația (1) și exprimînd conicitatea $\left(k = \frac{1}{4}\right)$ se obțin ecuațiile de determinare a lungimii cepului L_c și a diametrului mediu la vîrful cepului d_c:

$$A_p = \pi \frac{d_{bc} + d_c}{2}(H - 2T_v)\frac{L_c - 15{,}875}{p} = 39\,500, \text{ mm}^2 \tag{18}$$

$$\frac{d_{bc} - d_c}{L_c} = \operatorname{tg}\gamma, \tag{19}$$

în care γ este semiunghiul la vîrf al cepului.

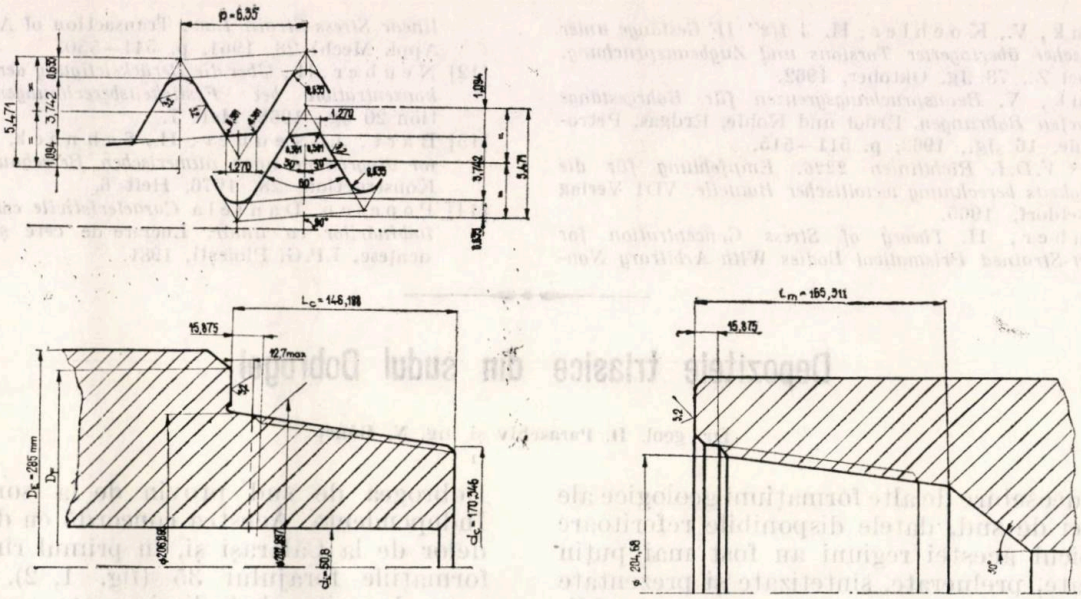


Fig. 7. Îmbinare cu umăr tip 9 5/8" REG.

Rezultă $L_c = 146{,}198$ mm și $d_c = 170{,}316$ mm.

Pe baza acestor dimensiuni se determină $A_c = 30\,305$ mm², $A_m = 32\,262$ mm², $A_u = 30\,184$ mm² și aria cepului în secțiunea critică $A_c = 29\,505$ mm². Criteriile dimensionale propuse au valorile finale $A_m/A_c = 1{,}09$; $A_p/A_c = 1{,}33$ și $A_u/A_c = 1{,}023$.

Determinînd coeficientul de concentrare a eforturilor [13] $\alpha_k = 7{,}84$, $\delta_{0,2} = 5{,}01$, $c = 2$ și $R_c = 800$ N/mm² (călirea nu pătrunde pe toată secțiunea transversală), din relația (14) rezultă capacitatea portantă a îmbinării proiectate:

$$F = \frac{5{,}01 \cdot 80 \cdot 29505}{2 \cdot 7{,}84} = 754 \text{ tf.}$$

Sarcina distribuită rezultă (relația 2):

$p = F/A_p = 190$ N/mm², comparabilă cu valorile determinate pentru celelalte îmbinări.

Elementele filetului sînt corespunzătoare formei 3 (STAS 835—80) și sînt prezentate în figura 7.

Concluzii

1. Din analiza constructiv-funcțională a îmbinărilor cu umăr standardizate rezultă că actualele tipodimensiuni nu respectă riguros criteriile de similitudine, cu excepția îmbinărilor de tip numerotat (NC) ale căror dimensiuni se încadrează mai bine în criteriile de analiză propuse. Dintre aceste criterii, cel mai indicat este sarcina distribuită pe aria portantă a spirelor care, independent de tipodimensiune, conduce la valori apropiate.

2. Determinarea capacității portante a îmbinărilor cu umăr s-a efectuat pe baza unei metodologii care ia în considerație comportarea materialului în vecinătatea concentratorului de tensiuni, admițîndu-se un coeficient de siguranță de circa 2 față de limita de curgere.

3. Analiza constructiv-funcțională a îmbinărilor actuale permite stabilirea unor criterii de similitudine pentru proiectarea unei noi îmbinări de tip API cu considerarea următoarelor aspecte:

- un aspect geometric, stabilind principalele dimensiuni ale îmbinării pe baza criteriilor constructive;
- un aspect funcțional, avînd la bază calculul de rezistență al îmbinării, determinînd solicitarea limită la tracțiune a cepului și sarcina distribuită pe aria portantă a spirelor filetului.

4. Aplicînd criteriile propuse, se prezintă calculul de proiectare a unei îmbinări tip API nestandardizate.

Bibliografie

[1] * * * *API RP 7G. Recommended Practice for Drill Stem Design and Operating Limits.*

[2] Mansholt, F. *Theoretische Überlegungen über den Einsatzbereich von API-Tooljoints nach Überprüfung der gebräuchlichen Berechnungsgrundlagen.* Erdoel-Z. 79 Jg., sept. 1963.

[3] Hosang, A. *Eine festigkeitsmässige Betrachtung an Vorschweiss-Bohrgestängen.* Erdoel-Z. 75. Jg., April, 1959.

[4] Hosang, A. *Die Belastbarkeit von Tiefbohrgestängen.* Erdoel-Z. 77. Jg., Nov. 1961.

[5] Ulmanu, V. *Contribuții la studiul racordurilor speciale sudate pentru forajul de mare adîncime.* Teză de doctorat. Institutul de petrol și gaze, Ploiești, 1973.

[6] Wissel v. d. H. T. *Schraubmomente für API-Verbinder.* Erdoel. Z. 77, 1961.

[7] Hauk, V., Koehler, H. *Verschraubversuche mit verschiedenen Konstructionen.* Erdoel Z. 78 Jg. Juli, 1962.

[8] Hauk, V., Koehler, H. *3 1/2" IF Gestänge unter Statischer überlagerter Torsions und Zugbeanspruchung.* Erdoel Z., 78 Jg. Oktober, 1962.
[9] Hauk, V. *Beanspruchungsgrenzen für Bohrgestänge bei tiefen Bohrungen.* Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie, 16 Jg., 1963, p. 511—515.
[10] * * * *V.D.I. Richtlinien 2226. Empfehlung für die Festigkeits berechnung metallischer Bauteile.* VDI Verlag Düsseldorf, 1965.
[11] Neuber, H. *Theory of Stress Concentration for Shear-Strained Prismatical Bodies With Arbitrary Nonlinear Stress-Strain Law.* Transaction of ASME (J. of. Appl. Mech) 28, 1961, p. 544—550.
[12] Neuber, H., *Über die Berücksictigung der Spannungskonzentration bei Festigkeitsberechnungen.* Konstruction 20 Jg., 1968, Heft 7.
[13] Bart, J., Neuber, H., Schnack, E., *Kerbfaktor diagramme nach numerischen Berechnungsverfahren.* Konstruction, 28, 1976, Heft 6.
[14] Popescu Daniela *Caracteristicile constructive ale îmbinărilor cu umăr.* Lucrare de cerc ştiinţific studenţesc, I.P.G. Ploieşti, 1981.

Depozitele triasice din sudul Dobrogei

Dr. geol. **D. Paraschiv** şi ing. **N. Dăneţ**

Spre deosebire de alte formaţiuni geologice ale Dobrogei de sud, datele disponibile referitoare la triasicul acestei regiuni au fost mai puţin examinate, prelucrate, sintetizate şi prezentate sub forma unor lucrări publicate sau nepublicate. Este ceea ce-şi propune articolul de faţă, pornind de la necesitatea descifrării evoluţiei Platformei moesice, în ansamblul ei, şi aprecierii mai fundamentate a potenţialului economic al acestei mari unităţi structurale.

Prima referinţă şi, dealtfel, indicaţia de bază privind prezenţa depozitelor triasice în Dobrogea de sud datează din anul 1961 şi aparţine geologului M. Chiriac (în Ianovici et al., 1961).

În ghidul excursiilor, redactat cu ocazia celui de-al V-lea Congres carpato-balcanic de la Bucureşti, se face afirmaţia că „forajele efectuate în apropiere de Techirghiol şi Topraisar, sub depozitele cenomaniene, au găsit o alternanţă de argile şi gresii argiloase roşcate. Această alternanţă a fost atribuită triasicului inferior în facies german (Buntsandstein), prin asemănare litologică cu formaţiunile interceptate de forajele efectuate în Cîmpia română şi în Bulgaria de N şi NE" (pag. 48). Patru ani mai tîrziu, Oncescu (1965), în tratatul de geologie a României, reproduce afirmaţia făcută de M. Chiriac, redată mai sus. Tot într-un volum consacrat geologiei României, Mutihac şi Ionesi (1975) presupun că triasicul „ar fi reprezentat prin depozite alcătuite din gresii cuarţoase de culoare roşie şi violacee, întîlnite în forajele de la Topraisar şi de la Techirghiol. Argumente în acest sens nu sînt, însă s-a luat în consideraţie litofaciesul care aminteşte triasicul continental din Platforma Valahă" (pag. 93).

Studiul carotelor şi al diagramelor geofizice provenind de la sondele săpate în Dobrogea de sud, în sectorul sud-estic al Cîmpiei române (Călăraşi-Feteşti), şi pe teritoriul bulgar din apropierea frontierei cu R.S. România (fig. 1), permite să se constate că depozitele triasice nu se limitează numai la zona Techirghiol-Topraisar şi au o răspîndire mult mai mare.

Elementele de cunoaştere cele mai sigure care pledează în favoarea existenţei triasicului în Dobrogea de sud provin de la sonda 5 064 Independenţa. Acestea concordă cu datele sondelor de la Călăraşi şi, în primul rînd, cu informaţiile forajului 35 (fig. 1, 2). Prezenţa unor depozite rheto-liasice este susţinută de sonda 5 053 Castelu (fig. 1). La ultimul dintre forajele menţionate, după ce s-a traversat creta-

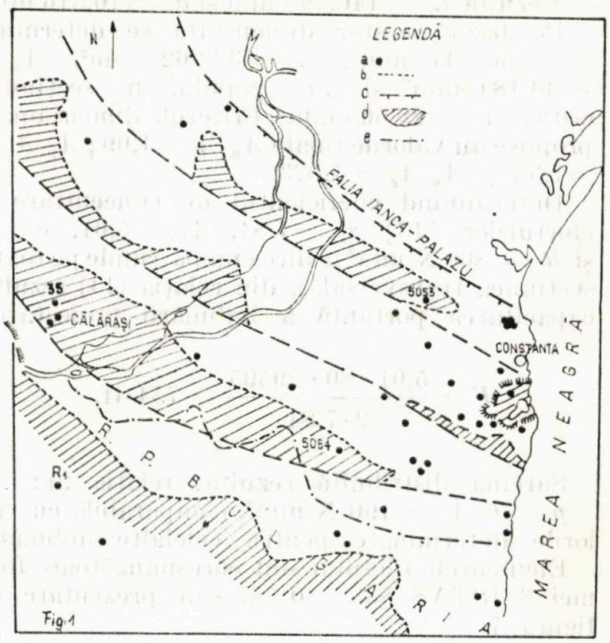


Fig. 1. Distribuţia depozitelor triasice în Dobrogea de sud şi în sectoarele învecinate:

a — sondă; *b* — falie; *c* — falia Ianca-Palazu; *d* — aria de răspîndire a triasicului; *e* — frontiera româno-bulgară.

cicul inferior, malmul, doggerul (cu Bositra buchi Röner, Aulacomyella sp. etc.), la adîncimea de 1 201—1 202,8 m s-a scos o carotă, constînd din calcar marno-grezos cu echinide care conţin o asociaţie de microfosile alcătuite din:

Foraminifere: Ramulina subcylindrica Styk,
Ammodiscus infimus Strickland,
Glomospirella hoi Kristan,
Glomospirella friedli Kristan-Tollmann,

Glomospirella pokornyi (Salaj),
Glomospirella tenuifistula Ho,
Lenticulina metensis (Terquem),
Frandicularia cf nitida Bornemann,
Lagena globosa Walu, Boys,
Dentalina hoi Trifonova,
Nodosaria ordinata Trifonova,
Duostomina biconvexa Tollman,
Eogutulina bulgella Tappan,
Eogutulina rhophalon Kristan-Tollman,
Pachyphloides klebelsbergi (Oberhauser),
Polytakis seelandensis (Oberhauser),

Ostracode: Ostracoda 800 Wicher, Bartenstein, Ostracoda 845.

Potrivit analizelor petrografice efectuate de I.G.P.S.M.S. (A. Cehlarov) cu mulți ani în urmă, carotele extrase de la sonda 5 064 Independența reprezintă roci aproape exclusiv terigene, constituite din următoarele tipuri petrografice:

675,5 m = argilit calcaros, grezos, impregnat cu oxizi de fier;

700,5 și 701,3 m = gresie feldspatică cu ciment alcătuit din oxizi de fier; materialul remaniat provine din roci metamorfice și eruptive;

701,5 m = gresie feruginoasă cu o intercalație de calcar grezos.

Carotele respective conțin o microfaună determinabilă constînd din:

Characee: Stellatochara höllvicensis Horn, Rantzien, Stellatochara sellingi Horn, Rantzien.

Foraminifere: Tolypammina, sp., Dentalina hoi Trifonova, Nodosaria libera Trifonova.

Ostracode: Darwinula aff. elongata Lunijak, Darwinula sp. 803, Darwinula cf. sp. 803

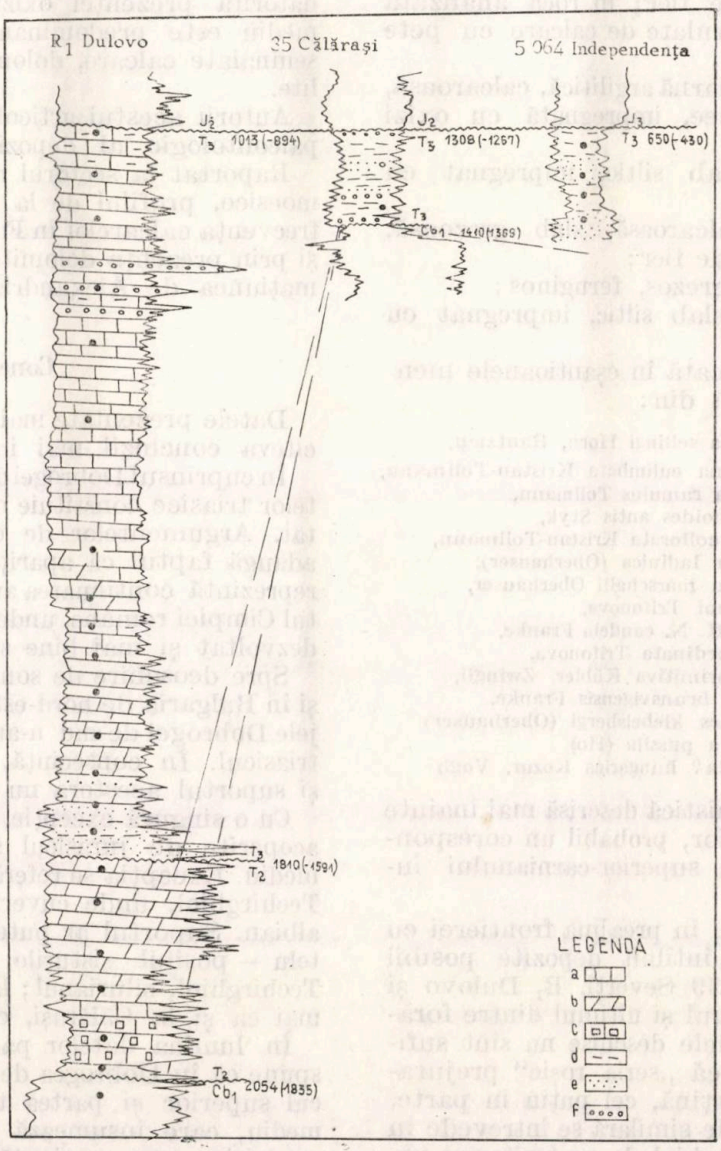


Fig. 2. Paralelizarea triasicului din sudul Dobrogei cu depozitele similare din împrejurimi:
a — calcare; *b* — dolomite; *c* — dolomite brecciiate; *d* — argile, marne; *e* — gresii, nisipuri; *f* — conglomerate.

Sinusuella sp. 857
Sinusuella sp. 868
Ostracoda 845

Aceeași microfaună a fost întîlnită și la Călărași în sonda 35, de la următoarele adîncimi:

1350—1352 m = marnă cărămizie cu pete verzui și cu cuiburi de nisip argilos, argilă breccifiată, de asemenea cărămizie cu pete verzui și concrețiuni de gresie calcaroasă;

1396—1399 m = argilit grezos cu lamine de calcare argiloase și gresie feruginoasă cu ciment argilo-calcitic.

Microfauna determinată indică triasicul superior, cu probabilitate un echivalent al carnianului.

Sub adîncimea de 701,5 m, la aceeași sondă 5 064 Independența, s-au mai examinat și alte eșantioane de roci, provenind de la adîncimile:

724,5 m = marnă argilitică, slab siltică, impregnată cu oxizi de fier; în roca analizată se disting fragmente rulate de calcare cu pete cenușii;

728,5—726 m = marnă argilitică, calcaroasă, roșie-vișinie și violacee, impregnată cu oxizi de fier;

751 m = argilit slab siltic, impregnat cu oxizi de fier;

752 m = argilă calcaroasă, slab grezoasă, impregnată cu oxizi de fier;

752,4 m = calcar grezos, feruginos;

752,6 m = argilit slab siltic, impregnat cu oxizi de fier.

Microfauna identificată în eșantioanele menționate este alcătuită din:

Characee: Stellatochara sellingi Horn, Rantzien,

Foraminifere: Hyperammina eulimbata Kristan-Tollmann,
Rhizammina ramulus Tollmann,
Trochamminoides antis Styk,
Bullopora? collorata Kristan-Tollmann,
Kollmannita ladinica (Oberhauser),
Austrocolmia marschalli Oberhauser,
Dentalina hoi Trifonova,
Nodosaria aff. N. candela Franke,
Nodosaria ordinata Trifonova,
Nodosaria primitiva Kübler, Zwingli,
Marginulina brunsvigensis Franke,
Pachyphloides klebelsbergi (Oberhauser)
Meandrospira pussila (Ho)

Conodonte: Epigondolella? hungarica Kozur, Vogh

Și asociația microfaunistică descrisă mai înainte indică triasicul superior, probabil un corespondent al ladinianului superior-carnianului inferior.

Pe teritoriul bulgar, în preajma frontierei cu R.S. România, s-au întîlnit depozite posibil triasice cu sondele R59 Severți, R_1 Dulovo și R 10 Tervel. La primul și ultimul dintre forajele menționate profilele deschise nu sînt suficient de clare, astfel că „seria roșie" prejurasică ar putea să aparțină, cel puțin în parte, permianului. O situație similară se întrevede în zona Topraisar-Techirghiol de pe teritoriul românesc. Ca urmare, în corelările făcute s-a pus accent pe profilul traversat de forajul R_1 Dulovo (fig. 2). Aici, triasicul are o grosime de aproape 1 040 m, cea mai mare dezvoltare din împrejurimile Dobrogei de sud. Îngroșarea triasicului în această regiune este pusă pe seama existenței depresiunii Tutrakan (Turtucaia), de fapt, prelungirea spre sud-est a depresiunii Călărași.

Potrivit orizontării făcute de geologii bulgari, triasicul de la Dulovo se compune din două unități crono-litostratigrafice: la partea superioară, între 1 013 și 1 810 m, triasicul superior — echivalentul Formațiunii de Segarcea (Paraschiv, 1981), iar la partea inferioară, de la 1 810 m pînă la 2 054 m, triasicul mediu, un corespondent al Formațiunii de Alexandria (Paraschiv et al, 1978). Triasicul superior este format din calcare, calcare argiloase, calcare dolomitice cu intercalații de conglomerate, gresii și argile, întreaga secvență avînd culoarea brun-roșcată datorită prezenței oxizilor de fier. Triasicul mediu este predominant dolomitic. Mai sînt semnalate calcare, dolomite breccifiate și argilite.

Autorii acestui articol nu cunosc conținutul paleontologic al depozitelor în discuție.

Raportat la sectorul românesc al Platformei moesice, profilul de la Dulovo surprinde prin frecvența calcarelor în Formațiunea de Segarcea și prin prezența dolomitelor breccifiate în Formațiunea de Alexandria.

Concluzii

Datele prezentate mai sus permit să se tragă cîteva concluzii mai importante și anume.

În cuprinsul Dobrogei de sud, existența depozitelor triasice constituie o realitate de necontestat. Argumentelor de ordin paleontologic se adaugă faptul că apariția acestor formațiuni reprezintă continuarea arealelor din fundamentul Cîmpiei române, unde triasicul este mult mai dezvoltat și mai bine studiat.

Spre deosebire de sondele săpate la Călărași și în Bulgaria de nord-est, nici unul dintre forajele Dobrogei de sud n-au traversat în întregime triasicul. În consecință, succesiunea completă și suportul acestora nu sînt cunoscute.

Cu o singură excepție, depozitele triasice sînt acoperite de jurasicul superior sau jurasicul mediu. Excepția se referă la sectorul Topraisar-Techirghiol, unde cuvertura este formată din albian. Suportul ar putea fi eterogen: la Castelu — posibil șisturile verzi; la Topraisar-Techirghiol, silurianul; la Independența, întocmai ca și la Călărași, carboniferul inferior.

În lumina datelor paleontologice s-ar putea spune că în Dobrogea de sud se dezvoltă triasicul superior și partea terminală a triasicului mediu, care însumează circa 120 m. Această supoziție este susținută și de forajele de la Călărași, care au traversat profile mult mai complete (inclusiv carboniferul) și unde s-a în-

tîlnit numai Formaţiunea de Segarcea (T3). Către sud-vest, în depresiunea Tutrakan, este prezent şi triasicul mediu, dacă nu şi triasicul inferior.

Arealele triasicului din Dobrogea se prezintă sub forma unor fişii, orientate nord vest-sud est, în lungul unor accidente tectonice importante. Marginile sudice mai coborîte ale blocurilor delimitate de faliile menţionate au cruţat depozitele triasice de intensă activitate a denudaţiei prejurasice.

Bibliografie

[1] Ianovici, V. ş.a. *Privire generală asupra Dobrogei.* Asoc. geol. carp.—balc., Congr. V, Ghidul excursiilor, D, 92 pag., Bucureşti, 1961.

[2] Mutihac, V., Ionesi, L. *Geologia României.* Ed. tehnică, pag. 88—106, Bucureşti, 1975.

[3] Oncescu, N. *Geologia Republicii Populare Române.* Ed. tehnică, ediţia a III-a, pag. 82—109, Bucureşti, 1965.

[4] Paraschiv, D. *Asupra conţinutului litostratigrafic al Formaţiunii de Segarcea.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 1—2, 1981, pag. 77—81, Bucureşti.

[5] Paraschiv, D., Dăneţ, N., Popescu, M. *Date noi referitoare la vîrsta formaţiunii carbonatice triasice din Platforma moesică.* Mine, Petrol şi Gaze nr. 5, 1978, pag. 244—246, Bucureşti.

[6] Paraschiv, D. *Platforma moesică şi zăcămintele de hidrocarburi.* Ed. Acad. R.S.R., 195 pag., Bucureşti, 1979.

Modelarea matematică a filoanelor rezistive pentru interpretarea cantitativă a datelor din prospecţiunea geoelectrică

Dr. ing. Cr. Mihail
I.G.P.S.M.S. Bucureşti

Lucrările de prospecţiuni geoelectrice efectuate în vulcanitele neogene din Munţii Oaş [3], pentru evidenţierea de noi zone cu mineralizaţii auro-argentifere şi de sulfuri polimetalice, au condus la cartarea unor maxime pregnante de rezistivitate, pe lungimi de circa 1,5 km, generate de prezenţa unor astfel de mineralizaţii, sub formă de filoane cu gangă de cuarţ, rezistive din punct de vedere electric.

Dintre datele obţinute, prezentate pe larg într-o lucrare anterioară [4], pentru preocupările din acest articol este suficientă prezentarea, în figura 1, a datelor geoelectrice, obţinute pe un profil orientat E—V prin grupul filonian „Rădăcini", din sectorul Batarci (Munţii Oaş). Această figură conţine date de polarizaţie indusă *PI* şi polarizaţie naturală *PN* (care au fost analizate în aceeaşi lucrare anterioară

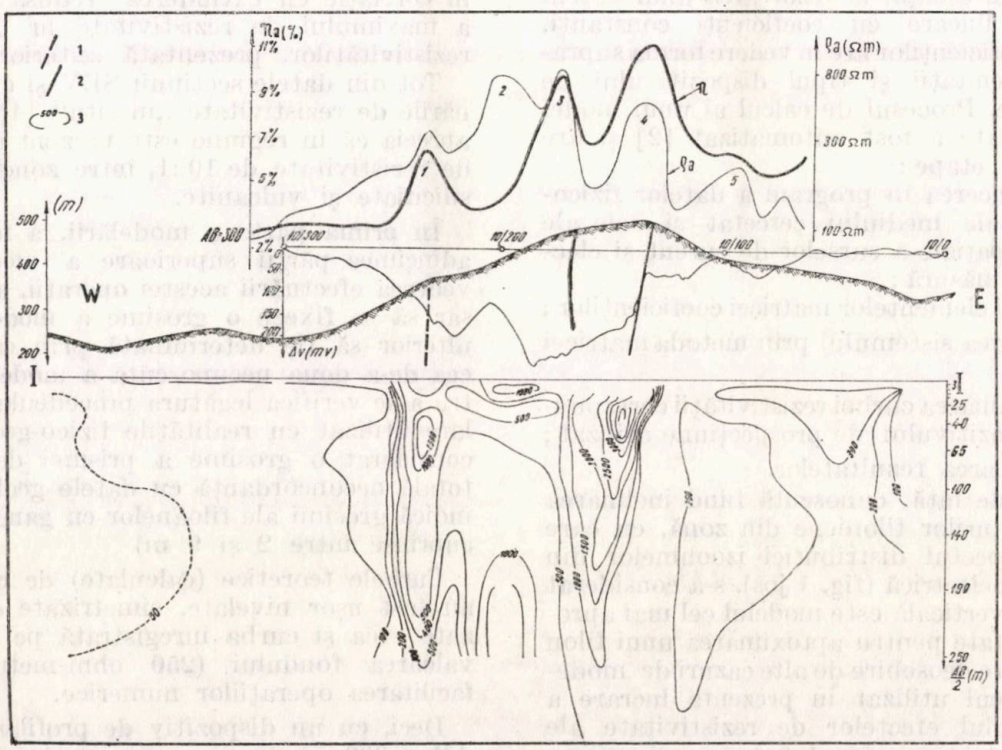


Fig. 1. Date geoelectrice complexe în lungul unui profil prin grupul filonian „Rădăcini" (sector Batarci, Munţii Oaş):
1 — filon presupus pe date geoelectrice; *2* — filon; *3* — izoohme

[4]) și date de rezistivitate ρ, care vor fi utilizate în cadrul prezentei lucrări. Astfel, maximele de profilare nr. 3 și 4 (fig. 1 sus) și aria estică de valori maxime de rezistivitate din secțiunea de sondaje electrice verticale SEV (fig. 1 jos) sînt generate de grupul filonian „Rădăcini", iar maximul de rezistivitate nr. 1 și aria de valori maxime de rezistivitate corespunzătoare acestuia din partea de vest a secțiunii de SEV se atribuie efectelor unui filon cuarțifer (rezistiv) încă neinterceptat în lucrări de explorare geologică, care va fi modelat matematic, pentru obținerea de date cantitative asupra caracteristicilor sale principale (adîncime și grosime), în vederea orientării lucrărilor de explorare.

În domeniul interpretării directe a datelor geoelectrice, școala românească de geofizică a furnizat metode originale, ca cea a „mediilor alfa", elaborată de acad. prof. Sabba Ștefănescu [7] și particularizată pentru mediile polarizabile de dr. ing. Dinu Ștefănescu [5], aplicabilă în cazul mediilor conductoare și cea bazată pe rezolvarea ecuației generale a prospecțiunii electrice în curent continuu [6], prin procedeul Green de rezolvare a ecuațiilor cu derivate parțiale de dr. ing. Paul Georgescu [1], care conduce la obținerea unor modele tridimensionale corespunzătoare unor eterogenități rezistive situate într-un mediu cvasiconductor.

Sub aspect fizico-matematic, în cadrul acestui procedeu de modelare a corpurilor rezistive, determinarea potențialului electric al unei surse punctuale dintr-un semi-spațiu infinit a fost redus, în esență, la rezolvarea unui sistem de ecuații lineare cu coeficienți constanți. Matricea coeficienților are în vedere forma suprafeței eterogenității și tipul dispozitivului de prospecțiune. Procesul de calcul al unui model de rezistivitate a fost automatizat [2] și are următoarele etape:

— introducerea în program a datelor fizico-geometrice ale mediului cercetat și cele ale dispoziției spațiale a surselor de curent și electrozilor de măsură;

— calculul elementelor matricei coeficienților;

— rezolvarea sistemului prin metoda matricei inverse;

— determinarea curbei rezistivității corespunzătoare dispozitivului de prospecțiune utilizat;

— imprimarea rezultatelor.

În cazul de față, cunoscută fiind înclinarea mare a fracturilor filoniene din zonă, cu care concordă aspectul distribuției izoohmelor din secțiunea geoelectrică (fig. 1 jos), s-a considerat că o prismă verticală este modelul cel mai apropiat de realitate pentru aproximarea unui filon cuarțifer. Spre deosebire de alte cazuri de modelare, procedeul utilizat în prezenta lucrare a permis calculul efectelor de rezistivitate ale unui model tridimensional (nu a unei prisme verticale bidimensionale) care este considerat a fi generat maximul de rezistivitate nr. 1 (fig. 1 sus). Cu acest maxim, vor fi comparate grafic diagramele de rezistivitate calculate, pentru stabilirea adîncimii și grosimii filonului prismatic.

A fost ales, pentru modelare, corpul perturbant care a produs maximul de rezistivitate nr. 1, deoarece acest corp este izolat față de alte surse rezistive, ca grupul filonian „Rădăcini" care a generat maximele de rezistivitate nr. 3 și 4. Sursa maximului de rezistivitate nr. 2, deși este apropiată de sursa maximului de rezistivitate nr. 1, nu a eronat calculele, deoarece — așa cum rezultă din secțiunea de rezistivitate (fig. 1 jos) — nu are dezvoltare în adîncime (fiind provocat de o zonă de grohotiș de pantă). În plus, așa cum s-a arătat, filonul care a generat maximul de rezistivitate nr. 1 nu este cunoscut explorării.

Modelul prismatic se consideră în calcule prospectat — așa cum a fost obținut pe teren maximul de rezistivitate nr. 1 — cu un dispozitiv de profilare AB = 300 m.

Elementele geometrice ale modelului considerate de maximă importanță, în calculul efectelor acestuia, sînt grosimea (lățimea) și adîncimea părții superioare, constituind variabilele (totodată necunoscutele) modelării.

Dimensiunea pe verticală a modelului tabular a fost considerată de 150 m — avîndu-se în vedere extinderea pe verticală a ariei de rezistivități crescute din secțiunea de SEV corespunzătoare maximului de rezistivitate nr. 1 —, iar lungimea modelului a fost apreciată la 200m, în corelație cu extinderea redusă pe direcție a maximului de rezistivitate nr. 1 în harta rezistivităților, prezentată anterior [4].

Tot din datele secțiunii SEV și din determinările de rezistivitate „in situ" [4], s-a putut aprecia că în regiune este prezent un contrast de rezistivitate de 10 :1, între zonele filoniene silicifiate și vulcanite.

În prima parte a modelării, a fost variată adîncimea părții superioare a modelului. În vederea efectuării acestei operații, a fost necesar să se fixeze o grosime a modelului, care ulterior să fie determinată prin calcul (fiind cea de-a doua necunoscută a modelării). Pentru a se verifica legătura procedeului de modelare utilizat cu realitățile fizico-geologice, s-a considerat o grosime a prismei de 60 m (în totală neconcordanță cu datele geologice, care indică grosimi ale filoanelor cu gangă de cuarț cuprinse între 2 și 9 m).

Curbele teoretice (calculate) de rezistivitate au fost ușor nivelate, simetrizate și normalizate — ca și curba înregistrată pe teren — cu valoarea fondului (250 ohm-metri), pentru facilitarea operațiilor numerice.

Deci, cu un dispozitiv de profilare electrică AB = 300 m, cu un contrast de rezistivitate de 10 :1 între model și mediul ambiant și pen-

tru o lungime de 200 m, o înălțime de 150 m și o grosime de 60 m ale modelului, a fost variată în calcule adîncimea părții superioare a acestuia, începîndu-se cu valoarea de 60 m și continuîndu-se cu valorile de 40 m, 30 m, 20 m și 10 m, pentru a se oferi (unor interpretări directe ale

Rezultatele acestor calcule sînt prezentate în figura 2, în care valoarea de apex a diagramelor de rezistivitate calculate este controlată prin variația adîncimii părții superioare a modelului rezistiv. Pe baza apropierii maxime a valorii de apex a diagramei calculate pentru

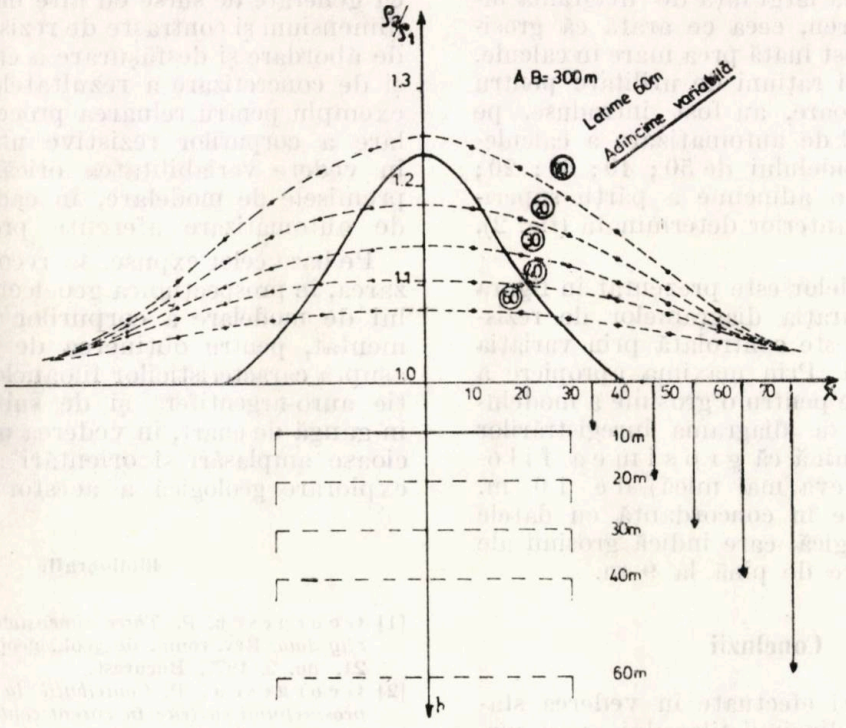


Fig. 2. Modelarea matematică a efectelor filonului presupus (lățime 60 m, adîncime variabilă).

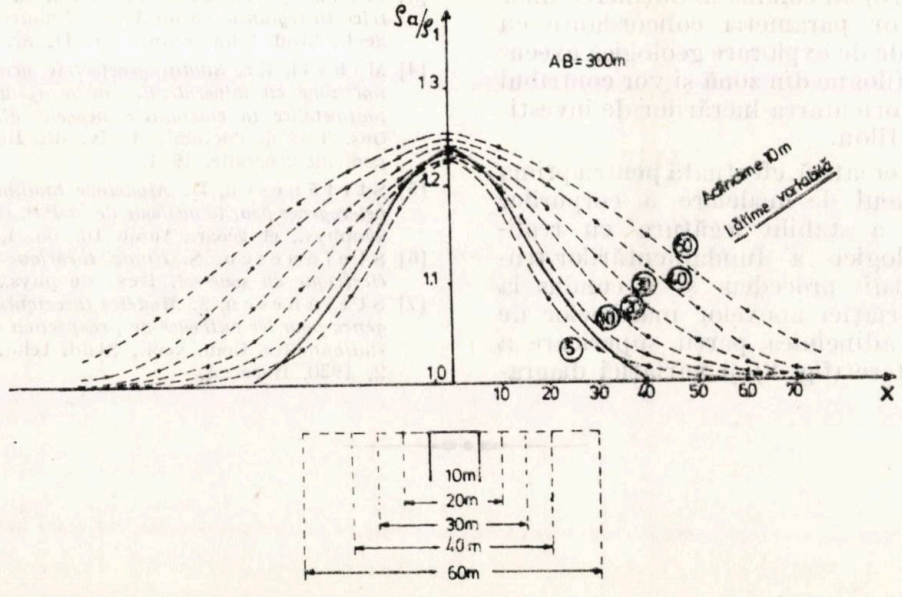


Fig. 3. Modelarea matematică a efectelor filonului presupus (adîncime 10 m, lățime variabilă).

maximelor de rezistivitate similare) portretizarea variației cu adîncimea curbelor de rezistivitate generate de filoane rezistive ale căror caracteristici au fost precizate în premisele calculelor.

o adîncime a părții superioare a modelului de 10 m față de diagrama rezistivităților înregistrate pe teren, se stabilește că adîncimea părții superioare a filonului este (ceva mai mult) de 10 m. Acest

rezultat este în concordanţă cu datele din lucrările de explorare asupra relativei apropieri de suprafaţă a filoanelor cuarţifere.

Continuîndu-se analiza rezultatului din figura 2, se constată că diagramele de rezistivitate calculate pentru o lăţime a modelului de 60 m sînt mult prea largi faţă de diagrama înregistrărilor de teren, ceea ce arată că grosimea modelului a fost luată prea mare în calcule. Astfel, din aceleaşi raţiuni de utilitate pentru interpretări ulterioare, au fost introduse, pe rînd, în programul de automatizare a calculelor, grosimi ale modelului de 50; 40; 30; 20; 10 şi 5 m, pentru o adîncime a părţii superioare a modelului, anterior determinată (fig. 2), de 10 m.

Rezultatul calculelor este prezentat în figura 3, în care configuraţia diagramelor de rezistivitate calculate este controlată prin variaţia grosimii modelului. Prin maxima apropiere a diagramei calculate pentru o grosime a modelului de 10 m faţă de diagrama înregistrărilor de teren, se determină că g r o s i m e a f i l o n u l u i e s t e (ceva mai mică) d e 1 0 m. Acest rezultat este în concordanţă cu datele de explorare geologică, care indică grosimi ale filoanelor cuarţifere de pînă la 9 m.

Concluzii

Prezentele lucrări efectuate în vederea stabilirii grosimii şi adîncimii filonului „vest vîrful Rădăcini" (sectorul Batarci, Munţii Oaş, judeţul Satu Mare) au condus la obţinerea unor valori ale acestor parametri concordante cu datele din lucrările de explorare geologică executate pentru alte filoane din zonă şi vor contribui la amplasarea şi orientarea lucrărilor de investigare a acestui filon.

Modelarea matematică, efectuată pentru prima dată prin procedeul de modelare a corpurilor rezistive [1; 2], a stabilit legătura cu realităţile fizico-geologice a fundamentărilor teoretice ale acestui procedeu şi a condus la portretizările variaţiei apexelor maximelor de rezistivitate cu adîncimea părţii superioare a filoanelor cuarţifere (fig. 2) şi variaţiei diagramelor acestor maxime cu grosimea filoanelor cuarţifere (fig. 3), ceea ce va folosi interpretărilor cantitative ale maximelor de rezistivitate generate de filoane de acest tip, cu caracteristici geometrice similare celui modelat.

În cazul maximelor de rezistivitate care apar ca generate de surse cu alte înclinări, adîncimi, dimensiuni şi contraste de rezistivitate, maniera de abordare şi desfăşurare a calculelor, precum şi de concretizare a rezultatelor, constituie un exemplu pentru reluarea procedeului de modelare a corpurilor rezistive utilizat, avîndu-se în vedere variabilitatea oricărui element din premisele de modelare, în cadrul programelor de automatizare aferente procedeului [2].

Pe baza celor expuse, se recomandă generalizarea, în prospecţiunea geoelectrică, a procedeului de modelare a corpurilor rezistive experimentat, pentru obţinerea de date cantitative asupra caracteristicilor filoanelor cu mineralizaţie auro-argentiferă şi de sulfuri polimetalice în gangă de cuarţ, în vederea unei cît mai judicioase amplasări şi orientări ale lucrărilor de explorare geologică a acestor filoane.

Bibliografie

[1] G e o r g e s c u, P. *Three-dimensional models for resistivity data.* Rev. roum. de géol., geophys., et geogr., tome 21, no. 2, 1977, Bucarest.

[2] G e o r g e s c u, P. *Contribuţii la interpretarea datelor prospecţiunii electrice în curent continuu.* Teză de doctorat. Univ. din Bucureşti, Facult. de geologie-geografie, 1977.

[3] M i h a i l, C r. şi N i c o l a u, S. *Cercetări electrometrice în regiunea Tarna Mare (Batarci), Munţii Oaş.* Inst. geol., Stud. tehn. econ., ser. D, nr. 7, 1970, Bucureşti.

[4] M i h a i l, C r. *Studiu geoelectric privind evidenţierea de noi zone cu mineralizaţii auro-argentifere şi de sulfuri polimetalice în vulcanitele neogene din Munţii Cuţii şi Oaş.* Teză de doctorat. Univ. din Bucureşti, Facult. de geologie-geografie, 1981.

[5] S t e f ă n e s c u, D. *Modelage mathématique des milieux hétérogènes pour la méthode de la PP.* Rev. roum. de géol., géophys., et géogr., tome 16, no. 1, 1972, Bucarest.

[6] S t e f ă n e s c u, S. *Etude théorique sur la prospection électrique du sous-sol.* Rev. de phys., rad., 1930, Paris.

[7] Ş t e f ă n e s c u, S. *Modèles théoriques des milieux hétérogènes pour les méthodes de prospection électrique à courants stationnaires.* Com. géol., Stud. tehn. econ., ser. D, no. 2, 1950, Bucarest.

Unele considerente tehnice privind comportarea sistemelor de transport și distribuție gaze naturale în condițiile unui puternic seism

Ing. M. Bălan
Centrala gazului metan Mediaș

I. Introducere

În România, emanațiile de gaze naturale au fost semnalate încă din Evul Mediu. Astfel, cîmpul Bazna din bazinul Transilvaniei este atestat documentar din anul 1672. Cu toate acestea, descoperirea propriu-zisă, începutul extracției sistematice, transportul și utilizarea acestei hidrocarburi este situată mult mai tîrziu.

Prima întrebuințare preindustrială a gazelor în România a constat în alimentarea cu gaze de petrol a unor cazane de abur și motoare termice puse în funcțiune în anul 1906, în schelele de extracție a țițeiului de lîngă Cîmpina.

În cursul anului 1908, cu ocazia săpăturilor efectuate în Transilvania, lîngă orașul Cluj, pentru descoperirea sărurilor de potasiu, a izbucnit brusc, de la mică adîncime (302 m), o erupție de gaze naturale, identificat ulterior ca fiind gaz metan.

Între anii 1912—1913 s-au forat primele sonde de producție, a fost organizată o schelă de extracție și s-a inițiat utilizarea gazului metan pentru acționarea motoarelor cu ardere internă, la producerea aburului și apei calde în cazane mobile. Prima conductă pentru transport gaz metan realizată în România și în Europa a avut dimetrul de 10 in și lungimea de 51 km, construcția necesitînd aproape doi ani (1913—1914).

După anul 1948, industria gazieră evoluează ascendent dezvoltîndu-se, în egală măsură, activitățile aferente cercetării geologice, forajului, extracției, transportului și distribuției gazelor naturale. Reprezentativ pentru această nouă etapă este efortul de investiții alocat de statul român și destinat descoperirii de noi rezerve în regiunile nestudiate, extinderii capacităților de producție, perfecționării instalațiilor de transport și distribuție gaze naturale.

Spre edificare arătăm că, în primii 35 ani de existență a industriei gaziere s-au realizat 661 km conducte prin care s-au livrat, în anul 1949, 1,3 mlrd Nm^3, în timp ce în perioada 1949—1980 s-au montat peste 8 000 km conducte magistrale prin care s-a livrat, în ultimul an de referință, 36,8 mlrd. Nm^3 gaze naturale și asociate.

Faptul că gazul metan din România nu conține sulf și are o concentrație în metan pur pînă la 99,8 %, iar în rest omologi superiori ai acestuia, a crescut posibilitatea întemeierii și dezvoltării unei puternice industrii de chimizare și sinteză pentru obținerea unei game întregi de produse cum sînt : mase plastice, îngrășăminte azotoase, fibre sintetice, coloranți ș.a. Puritatea deosebită a gazului metan îi conferă excelente calități tehnologice în metalurgie, siderurgie, fabricarea sticlei etc.

În conjunctura creată de criza energetică mondială, tendința industriei gaziere din România constă în conservarea prețioaselor resurse de gaze naturale, astfel încît să contribuie la acoperirea necesităților cu materie primă pentru industria chimică și combustibili pînă la producerea rentabilă a energiilor de substituire și realizarea centralelor nucleare.

II. Date generale asupra condițiilor naturale din România

Amplasamentele instalațiilor și traseele conductelor de transport sînt decisiv influențate de natura solului și litologia rocilor sedimentare, precum și de relieful zonelor străbătute. Datorită faptului că în România, pe o suprafață de numai 237 500 km^2, sînt întîlnite, la intervale relativ scurte, toate formele de relief, conductele sînt supuse, în permanență, afectării, datorită, îndeosebi, unor fenomene imprevizibile cum sînt : alunecări de teren, inundații, cutremure, zăpezi abundente etc.

Deși România nu face parte din țările catalogate ca avînd frecvență ridicată în producerea cutremurelor, o analiză retrospectivă relevă următoarele :

- 25 seisme avînd magnitudinea cuprinsă între 7,4 (Richter) și 6 grade pe scara Mercali s-au manifestat începînd cu 10 iulie 1455 și pînă în prezent ;
- breviarul seismic arată că pînă la cutremurul din 6 aprilie 1790, duratele în timp și numărul șocurilor au fost superioare celor care au urmat ;
- cutremurele produse pînă la data de 10 august 1590 au avut consecințe grave în bazinul Transilvaniei, iar cele care au urmat au afectat îndeosebi zonele din exteriorul arcului carpatic.

Principalele cauze ale seismelor produse în România sînt :

- degajări imense de energie acumulată în planul de întîlnire-frecare și suprapunere a platformei europene peste platforma euro-asiatică (subducție la 90°), fenomen situat la peste 100 km adîncime în zona de curbură a Carpaților (cotul Vrancei) ;
- efecte secundare resimțite în urma propagării undelor de profunzime și de supra-

față de la un epicentru aflat în afara teritoriului țării.

Majoritatea cutremurelor survenite în România, după anul 1590, respectiv peste 60 %, au avut epicentrul în Vrancea sau Mărășești.

Caracteristicile comune ale seismelor produse în decursul timpului pe teritorului țării noastre constau, în prima fază, în apariția undelor *P* (de compresiune), care se manifestă printr-un zgomot înfundat, urmate, după un număr de secunde sau minute, de undele *S* (transversale, de distorsiune sau de forfecare) cu amplitudini mai mari, iar ultimele unde înregistrate sînt de tip *L*, adică cele de suprafață. Este cert că cele trei tipuri de unde au nu numai moduri de manifestare, ci și viteze de propagare diferite, îndeosebi cele de suprafață (Rayleigh și Lowe):

— undele *P*, de la 7,5 la 14 km/s;
— undele *S* între 4 și 7,5 km/s;
— undele *L* în jur de 4 km/s.

După deteriorarea echilibrului pozițional al plăcilor plutitoare ale litosferei (teoria platformelor tectonice a profesorilor americani Hess și Dietz) și degajarea energiei care iradiază din profunzime, efectele la suprafață sînt inegale, propagarea undelor fiind favorizată de structura geologică, de apropierea sau depărtarea unor straturi granitice, de distanța față de hipocentru. Pe această linie, lanțul Munților Carpați constituie un fel de barieră naturală.

După cum se cunoaște, o parte importantă a României, regiuni din nordul Bulgariei și sud-vestul U.R.S.S. au fost lovite de un puternic cutremur avînd magnitudinea de 7,2 (Richter) la 4 martie 1977, cu epicentrul instrumental în regiunea Vrancea (45,9°N/26,9°E).

Majoritatea specialiștilor au fost de acord în a stabili, drept cauză a cutremurului, fenomenul de subducție, legat de plăcile din sud-estul țării (subplaca moesică) și din nord-vestul României (placa intraalpină). Cutremurul a fost de tip multișoc, constînd dintr-un șoc preliminar de magnitudine 5, urmat de trei postșocuri cu magnitudinile cuprinse între 6,5 și 7,2 (Richter). Asupra duratei se subliniază că în decursul primelor 18 s, componenta verticală, generată de undele *P*, a fost preponderentă. În aceeași perioadă, accelerațiile verticale au prezentat, la peste 10 Hz, amplitudini de circa 0,5 m.

Faza următoare, care a durat 10—15 s, a fost marcată de puternice componente orizontale, datorate undelor *S*, frecvențele predominante ale acestora fiind joase și anume: circa 1 Hz pentru componenta E—V și circa 0,6—0,7 Hz pentru componenta N—S. În acest interval de timp, accelerațiile au atins valori de 1,6 m/s² pentru componenta E—V și peste 2,1 m/s² pentru componenta N—S. S-a remarcat faptul că spectrul de acțiune al seismului a prezentat sistematic valori mai ridicate pe direcția N—S decît pe direcția E—V. Intensitățile maxime s-au înregistrat în intervalul 1,3—1,6 s, pentru componenta N—S, și 0,7—1,2 s, pentru componenta E—V. Dealtfel pagube importante s-au produs pe direcția selectivă N—S.

Au avut loc slabe degajări de gaze de baltă și unele fenomene de luminiscență pe arii restrînse adiacente capitalei.

III. Cîteva aspecte privind proiectarea, configurația, tehnologia de montaj și exploatarea conductelor de transport și distribuție gaze

De la început se subliniază faptul că, un cutremur nu provoacă pagube în mod direct decît foarte rar, atunci cînd este asociat cu alte fenomene naturale: alunecări de teren, avalanșe, revărsări de ape, emanații de gaze naturale ș.a. Majoritatea stricăciunilor și victimelor sînt produse de însăși operele realizate de om, de edificii, baraje, instalații industriale, conducte pentru transportul gazelor etc. Iată de ce la proiectare trebuie să fie omniprezent pericolul permanent pe care îl reprezintă mișcările seismice în zonele în care există probabilitatea de producere a acestora.

Dată fiind situația seismică particulară în zonele teritoriale menționate, încă din faza de proiectare a conductelor de gaze s-au impus măsuri preventive, măsuri care vor fi relevate, succint, în cele ce urmează:

Dimensionarea conductelor are la bază relații de calcul care fac parte din așa-numita „Metodă a rezistențelor admisibile" sau „Metoda coeficientului global (unic) de siguranță". Formula pentru determinarea grosimii peretelui conductelor de transport gaze este de forma:

$$t = \frac{P_{max} \cdot D_e}{2F \cdot \sigma_a} + C_1 + C_2, \text{ cm} \qquad (1)$$

în care:

t este grosimea nominală de perete, cm;
P_{max} — presiunea maximă de regim, kgf/cm²;
D_e — diametrul exterior al țevii, cm;
F — coeficientul de calitate al sudurii;
σ_a — rezistența admisibilă, kgf/cm²;
C_1 — adaos de coroziune, cm;
C_2 — adaos pentru toleranțe negative la grosimea de perete, cm.

$$\sigma_a = b \cdot \sigma_c, \text{ kgf/cm}^2 \qquad (2)$$

σ_c este limita de curgere, kgf/cm²;

b — 0,3 — pentru categoria I de traseu, adică în firul curent al conductei;
b —0,55 — pentru categoria a II-a de traseu, respectiv traversări, apropierea construcțiilor civile și industriale ș.a.
b —0,66 — pentru categoria a III-a de traseu, adică terenuri neconsolidate, zone seismice etc.

Comportarea conductelor sub sarcină a demonstrat că, capacitatea de rezistență a materialului tubular îngropat nu se epuizează odată cu atingerea limitei de curgere, ci acestea pot fi exploatate pînă se rup, adică pînă cînd în metalul țevii apar tensiuni egale cu rezistența la rupere (ipoteza lui Barnoulli și a lui Hocke). Astfel de tensiuni survin în porțiunile de conductă ovalizate, turtite, precum și în curbe, teuri sau reducții.

În procesul exploatării, conductele magistrale îngropate sînt expuse acțiunii mai multor încărcări și solicitări. Dintre acestea menționăm: presiunea interioară, presiunea tasării solului, presiuni exercitate de diferite încărcări accidentale sau permanente, care pot fi fixe sau mobile, eforturi complexe generate de mișcările solului provocate de seisme, eforturi longitudinale de întindere și compresiune, tensiuni termice după stațiile de comprimare ș.a. Cunoașterea tensiunilor este deosebit de importantă, deoarece grosimea peretelui țevii calculate trebuie verificată la toate tensiunile care se dezvoltă și acționează asupra conductei.

Tensiunile longitudinale apar în conducte ca rezultat al deformării solului, deformări provocate de exploatările miniere zonale, alunecări de teren, propagarea undelor seismice, ruperi sau prăbușiri de straturi care sînt funcție de litologia și tectonica stratelor superificiale și de morfologia terenului.

Pe lîngă eforturile longitudinale de întidere, generate de presiunea interioară și de tensiunile longitudinale arătate, în materialul conductelor apar și alte tensiuni produse de celelalte solicitări și anume: tensiunea de încovoiere maximă, tensiuni datorită greutății proprii, tensiuni tangențiale, tensiuni termice și, bineînțeles, tensiunea rezultată după cele trei direcții.

Ponderea cu care acești factori influențează ruperea elementului de țeavă și care dintre aceștia este hotărîtor rămîne o chestiune încă în studiu. Actualmente, aprecierea solicitării materialului tubular se face prin intermediul unei tensiuni comparabile, care se determină din tensiunile principale, după o ipoteză a solicitării maxime, care constituie însăși teoria de rezistență adoptată. Se consideră drept fundamentale, ipoteza efortului tangențial maxim și ipoteza energiei de deformație.

Prin încercări s-a constatat că în ambele ipoteze există o modalitate de comparație, suficient de bună, a coeficientului calității materialului, între solicitarea în starea tensiunilor triaxiale și încercarea întinderii monoaxiale.

Condițiile impuse de cele două ipoteze sînt următoarele.

1. Ipoteza efortului unitar tangențial maxim (Mohr)

$$\sigma_v = \sigma_{max} - \sigma_{min} \qquad (3)$$

2. Ipoteza energiei de deformație (Huber)

$$\sigma_v = 0{,}71\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \qquad (4)$$

unde:

σ_v este tensiunea comparativă $= C \cdot \sigma_a$;
$\sigma_1 = \sigma_u$ — tensiunea tangențială sau periferică;
$\sigma_2 = \sigma_{ax}$ — tensiunea axială;
$\sigma_3 = \sigma_r$ — tensiunea radială;
σ_a — rezistența admisibilă;
C — coeficientul de siguranță.

Prin introducerea coeficientului global de siguranță, cu ajutorul căruia se determină rezistențele admisibile, se urmărește:

— acoperirea tuturor abaterilor față de ipotezele de calcul;
— aprecierea factorilor aleatori.

Pe baza studiilor efectuate s-a elaborat harta microzonării seismice împreună cu normative de protecție diferențială pentru zonele de seismicitate Nr. 7, 8 și 9, normative după care sînt proiectate construcțiile care se realizează concomitent cu sistemele de transport gaze la mare distanță. De asemenea, la proiectarea traversărilor cu conductele de gaze, după caz, se ține seama de recomandările care tratează evaluarea forțelor seismice la podurile de cale ferată.

Clădirile industriale destinate stațiilor de turbo, moto și electrocompresoare sau alte construcții care adăpostesc instalații tehnologice sînt protejate antiseismic, protecție realizată prin:

— consolidarea terenurilor nefavorabile din punct de vedere seismic;
— asigurarea condițiilor de rezistență și stabilitate a construcțiilor la acțiunea încărcărilor seismice convenționale;
— alcătuirea constructivă antiseismică a elementelor de construcții și a legăturilor dintre acestea.

În ideea preîntîmpinării sistării livrărilor de gaze și a limitării avariilor provocate de seisme, sistemele de transport gaze la mare distanță au fost proiectate și realizate în sistem radial-inelar. În plus, toate conductele magistrale sînt interconectate. În aceeași idee, rețeaua de distribuție a marilor orașe este executată radial-inelar și pe trepte de presiune.

Experiența trecută a arătat că, concomitent cu dimensionarea și proiectarea propriu-zisă, în zonele seismice 7, 8 și 9 se mai au în vedere măsurile:

- studierea geologică a fiecărui traseu;
- instalațiile tehnologice, claviaturile și porțiunile de conductă montate suprateren sînt sprijinite pe fundații, puncte fixe și puncte mobile;
- scurtarea intervalului de montaj a robinetelor de secționare din firul curent;

- amplasarea armăturilor de închidere și siguranță în puncte ușor accesibile și protejate.

În paralel, se impun o serie de măsuri în cadrul lucrărilor specifice de montaj și exploatare ca de exemplu:

— așezarea conductelor în șanț, urmărind riguros profilul terenului de-a lungul întregului traseu;
— pozarea conductelor în mod sprijinit continuu;
— burarea conductelor în vederea încastrării în teren;
— urmărirea orară a valorii presiunilor în punctele de plecare și sosire;
— instruirea sistematică a personalului operativ și de intervenție prin simularea diverselor situații critice care necesită manevre sau intervenții;
— dirijarea gazelor în mod centralizat prin intermediul dispeceratului național.

O altă măsură cu caracter general care privește, în exclusivitate, rețelele de distribuție a constat în înlocuirea tuturor conductelor și armăturilor din fontă cu conducte și armături din oțel.

Una din acțiunile care a demonstrat eficiență ridicată după seism a constat în educarea consumatorilor asupra regulilor elementare de utilizare a instalațiilor interioare și aparatelor de consum.

IV. Efectele seismului asupra conductelor magistale, rețelelor și instalațiilor de distribuție

Conductele de transport gaze nu au suferit ruperi la suduri sau în corpul țevilor, nu au apărut neetanșeități la armături, smulgerea armăturilor, modificări de rectilinitate, curbări ori alte avarii generate de propagarea undelor de suprafață care, în condițiile rocilor superficiale (pietrișuri, nisipuri, argile, leosuri ș.a.) își micșorează viteza, ondulează pămîntul sub formă de valuri cu amplitudini de ordinul centimetrilor și chiar zecilor de centimetri.

Se subliniază că tronsoane importante de conducte erau situate la numai cîțiva zeci de kilometri de epicentrul cutremurului.

Construcțiile aferente stațiilor de uscare și comprimare executate în ultimele două decenii din panouri mari, schelete din beton armat, diafragme ș.a. s-au comportat în mod corespunzător, nesemnalîndu-se decît deteriorări superficiale.

Efecte distructive au fost provocate de seism asupra unor elemente ale sistemelor de distribuție din centre urbane.

În general, sistemul de alimentare și distribuție gaze dintr-un oraș este radial-inelar, cuprinzînd, în principal, următoarele:

— un inel exterior, funcționînd la înaltă presiune, racordat la conductele de aducțiune pentru acoperirea vîrfurilor de consum zilnic și orar;
— un al doilea inel, aproximativ concentric cu primul, care preia gazele de înaltă presiune prin cîteva stații de reglare-măsură, apoi livrează gazele la o presiune constantă de 6 atm. și alimentează marii consumatori industriali;
— al treilea inel primește gaze de la cel precedent la o presiune de 2 atm., presiune la care sînt exploatate rețelele de distribuție propriu-zise montate de-a lungul majorității străzilor din oraș;
— ultima rețea, avînd configurația arborescentă, cuprinde centrul zonelor vechi și cartierele noi ale orașului și realizează distribuție de joasă presiune (400 — 500 mm col. apă).

Se menționează că durata de serviciu a rețelelor de distribuție variază de la cîțiva ani pînă între 20 și 35 ani. Totodată, se precizează că majoritatea traseelor conductelor de aducțiune sînt protejate catodic.

Instalațiile interioare sînt racordate la conductele stradale prin intermediul unui branșament avînd diametrul de 1—6 in, la capătul căruia este prevăzut un post de reglare, după care este instalat contorul pentru măsurarea debitului de gaze.

Orientarea diferită a conductelor de transport și a rețelei de distribuție gaze, față de direcția principală de propagare a undelor seismice, a condus la variate moduri de vibrații. Situația s-a evidențiat cu pregnanță la branșamente datorită schimbării direcției acestora în raport cu conductele stradale, marea majoritate fiind perpendiculare. În aceste situații, solicitările diferențiate au determinat deteriorarea pieselor de cuplare în conductele stradale cît și a armăturilor, regulatoarelor și contoarelor volumetrice montate la capătul terminal.

Elementele montate separat în clădiri și pe instalațiile interioare s-au comportat ca un sistem încastrat și rigid, caracterizat prin vibrații, cu parametrii diferiți față de cei ai conductelor încorporate în sol, fapt care a determinat solicitarea deosebită a punctelor de legătură, cum și a capetelor terminale, unde existau robineți de izolare (de incendiu), regulatoare, contoare ș.a.

Frecvențele și amplitudinile care au caracterizat vibrațiile clădirilor, determinate de rigiditatea specifică, de masele acestora, de factorii de amortizare, vibrații mai mult sau mai puțin diferite de fazele vibrațiilor conductelor îngropate ori a conductelor aeriene, au constituit factorul principal al solicitărilor multiple a branșamentelor și a pieselor de legătură.

Aceste fenomene au constituit, în fapt, cauza solicitării unor instalații interioare mai ales dacă elementele instalației au fost fixate rigid de corpuri cu mase importante (pereți și sobe), caracterizate prin moduri proprii de vibrații.

Defecțiunile identificate în sistemul de distribuție, într-o perioadă de 10 zile după producerea ultimului seism, au fost clasate în grupe tipologice după cum urmează:

- neetanșeități, datorită fisurării și crăpăturilor la îmbinările prin teuri între conducta stradală și branșamentul de alimentare al consumatorului;
- deteriorări la robinetul și postul de reglare de la capătul branșamentului;
- neetanșeități datorită deteriorării fitingurilor de asamblare a contoarelor volumetrice;
- deteriorări ale racordărilor aparatelor de consum din instalația interioară.

Exceptînd situațiile enumerate, în mod ineluctabil, au mai survenit defecțiunile: rupturi de branșamente, regulatoare distruse parțial sau rupte, contoare volumetrice sau diferențiale distruse, instalații de utilizare rupte, aparate de utilizare deteriorate și instalații interioare afectate prin prăbușirea pereților.

Operațiile executate după producerea cutremurului au avut următoarea succesiune.

1. Izolarea imediată a rețelelor din zona centrală a orașelor, în genere puternic afectată de seism. Au fost scoase din funcțiune stațiile de reglare-măsurare. În același timp, s-au închis robinetele de branșament ale imobilelor sau sectoarelor cu clădiri avariate sau prăbușite.

2. Nu a fost întreruptă livrarea gazelor prin inelele de 6 atm., pentru a da posibilitate centralelor termoelectrice și industriilor cu flux continuu să-și mențină producția.

3. Nu s-a închis sau limitat livrarea gazelor prin inelul de 2 atm., în scopul menținerii facilităților necesare spitalelor, fabricilor de pîine, de lapte etc.

4. S-au constituit echipe dotate corespunzător pentru depistarea defecțiunilor și verificarea tuturor instalațiilor de distribuție și utilizare.

5. S-au închis conductele de presiune redusă (0,2 — 2 atm.) de pe străzile amplasate în zona centrală și mediană a orașului.

6. În paralel cu reducerea bruscă a consumului de gaze după producerea cutremurului, presiunile din conductele magistrale de aducțiune cresc simțitor, ceea ce necesită manevre tehnologice constînd în închiderea unor sonde, oprirea stațiilor de compresoare, refularea parțială sau totală a unor tronsoane, dirijarea gazelor spre alte zone de consum ș.a.

7. S-au repus în funcțiune instalațiile interioare ale imobilelor în care gazele sînt utilizate, exclusiv pentru bucătării dar la care coșurile, parțial dărîmate, își mențin calitățile funcționale.

După circa 72 ore de la producerea seismului, s-a apreciat că riscurile de accidente și avarii erau eliminate, așa încît s-a trecut, în mod sistematic, la repunerea în funcțiune a rețelelor scoase din funcțiune sau temporar izolate.

Ordinea operațiilor a fost executată în funcție de starea tehnică confirmată de către echipele de control, precum și de priorități.

În același timp, s-a continuat acțiunea de verificare a conductelor, branșamentelor, instalațiilor interioare și executarea manevrelor tehnologice curente în perimetrul orașului, cît și în conductele magistrale din aval.

Totodată, au fost difuzate, prin rețeaua de radio și televiziune, apeluri repetate către consumatori, privind măsurile imediate ce trebuie întreprinse pentru preîntîmpinarea eventualelor accidente.

Concluzii

Seismele produse, avînd intensități și durate apreciabile, au generat o serie de solicitări asupra întregului sistem de transport și distribuție gaze naturale. Cu toate acestea, efectele negative asupra conductelor au fost destul de reduse.

Comportarea bună a conductelor de transport și distribuție gaze naturale confirmă principiile de proiectare care au fundamentat realizarea unor lucrări cu rezistență satisfăcătoare la solicitările extraordinare produse de seism. Pentru condițiile specifice din România sînt confirmate principiile, metodele de calcul și tehnologiile de execuție folosite în realizarea clădirilor industriale antiseismice. Sistemul și tehnologia de construcții-montaj a rețelelor de conducte au creat ansamble suficient de elastice, capabile să preia, în anumite limite, deplasările orizontale și verticale.

Alți factori care au adus un aport substanțial în limitarea efectelor destructive ale cutremurului sînt:

— construirea conductelor numai pe trasee studiate și avizate din punct de vedere geologic;

— eficacitatea propagandei intensive efectuate în rîndurile consumatorilor în ceea ce privește pericolul nerespectării instrucțiunilor de utilizare a gazelor, precum și a executării operațiilor elementare în instalațiile de utilizare a gazelor care să conducă la evitarea pierderilor, emanațiilor și amestecurilor explozive;

— inițiativa, spiritul de devoțiune și eforturile prelungite pe durata mai multor zile și nopți asociate cu unitatea de acțiune a întregului personal operativ și de coordonare din cadrul industriei gaziere.

Analiza retrospectivă a evenimentelor produse în urma acestor fenomene, încă imprevizibile, relevă necesitatea ca, pentru aglomerările urbane cu sisteme de alimentare și distribuția gazelor, să se întocmească modele, scheme și sisteme generale de acțiune, în cazuri de manifestări seismice pe direcții ipotetice, în scopul preîntîmpinării unor accidente cu urmări catastrofale.

Bibliografie

[1] Geangălă, I. *Comportarea instalațiilor și rețelelor de distribuție gaze naturale în timpul cutremurului de la 4 martie 1977.* Material prezentat de delegația R.S.R. în Comitetul Gazelor din cadrul C.E.E. — O.N.U. — Geneva, 1978.

[2] Geangălă, I. și Bălan, M. *Unele aspecte privind calculul grosimii pereților conductelor de transport gaz.* Petrol și Gaze, nr. 12, 1972.

[3] * * * Buletine informative ale Centrului de seismologie și fizica pămîntului.

INFORMAȚII

A 48-a sesiune a Comitetului Internațional pentru organizarea Congreselor Miniere Mondiale

Prof. dr. doc. ing. **Șt. Covaci**
Institutul de Mine Petroșani

În perioada 10—20 mai 1981 a avut loc în R.P. Chineză cea de-a 48-a reuniune a Comitetului Internațional pentru organizarea Congreselor Miniere Mondiale. Lucrările reuniunii s-au desfășurat la Beijing; au participat 52 delegați din 23 țări.

Lucrările reuniunii au fost deschise și conduse pe prof. B. Strancz din R.P. Polonă, președintele Comitetului Internațional Minier. Cuvîntul de salut adresat participanților la reuniune a fost ținut de He Bingzhang, ministru adjunct și președintele Comitetului Național Minier Chinez.

La propunerea prof. B. Strancz, membrii comitetului au păstrat un moment de reculegere în memoria acad. prof. V. Melnikov din U.R.S.S., membru de onoare al Comitetului Internațional Minier.

În concordanță cu ordinea de zi a reuniunii, lucrările comitetului s-au desfășurat după cum urmează.

1. Prezentarea a două rapoarte cu privire la dezvoltarea industriei miniere carbonifere, respectiv a industriei miniere metalifere, ambele referate întocmite de Comitetul Național Minier Chinez.
2. Darea de seamă a activității Comitetului Internațional Minier pe perioada octombrie 1980 — mai 1981, prezentată de ing. M. Najherg — secretarul general al comitetului.
3. Raportul președintelui subcomitetului cu privire la primirea de noi membri.
4. Darea de seamă a Comitetului Național Minier Turc cu privire la publicarea lucrărilor celui de-al X-lea Congres Mondial Minier din Turcia.
5. Informarea Comitetului Național Iugoslav asupra stadiului de pregătire a celui de-al XI-lea Congres Mondial Minier, care va avea loc la Belgrad în perioada 30 mai — 3 iunie 1982, urmat de o Expoziție Internațională Minieră, care se va deschide la 4 iunie la Zagreb.
6. S-a mai discutat stabilirea numărului de referate pe țări, ce urmează să se prezinte în ședințe plenare și mese rotunde la cel de-al XI-lea Congres Mondial Minier, data și locul celei de-a 49 reuniuni a Comitetului Internațional Minier, precum și procedeele de lucru privind viitoarele congrese mondiale.

Din partea țării noastre urmează să se prezinte pînă la 5 referate la mese rotunde și 2 referate în ședințe plenare.

Programul celei de-a 48-a reuniuni a Comitetului Internațional Minier a cuprins și o excursie tehnică, precum și vizitarea a două institute de cercetări din domeniul mineritului.

În cele ce urmează se vor prezenta unele aspecte desprinse din referatele prezentate în cadrul reuniunii, precum și date privind vizitele de studii.

I. Considerații asupra dezvoltării industriei carbonifere din R.P. Chineză

R.P. Chineză dispune de foarte bogate resurse naturale energetice. Cărbunii reprezintă principala sursă de energie primară a țării, cu o participare de circa 70% în balanța energetică, petrolul și gazele naturale cu 26%, iar energia hidraulică cu 4%.

Producția de cărbune a crescut în perioada 1949—1980 de la 32,4 la 620,1 mil. tone (exceptînd provincia Taivan).

Din punct de vedere tehnico-administrativ, producția totală este realizată de întreprinderi carbonifere din care 55% sînt controlate de Ministerul Industriei Cărbunelui, 10% de conduceri regionale (provinciale) și 35% de conduceri locale.

Întreprinderile carbonifere cu subordonare regională sau locală reprezintă mine cu capaci-

tăţi mici şi medii şi sînt larg răspîndite în mai bine de 1 100 judeţe.

Din numărul de întreprinderi carbonifere subordonate Ministerului Industriei Cărbunelui, circa 20 de zăcăminte de cărbune asigură fiecare o producţie de peste cinci milioane tone pe an, din care 10 zăcăminte foarte mari, fiecare cu o producţie de peste 10 mil. tone pe an şi anume : Datong, Kailuan, Fengfeng, Yangquan, Fuxin, Jixi, Hegang, Xuzhou, Huaibei şi Pingdingshan.

Repartizarea celor 10 zăcăminte mari de cărbune, care asigură producţia de peste 10 mil. tone pe an, se arată în figura 1.

Din totalul întreprinderilor subordonate Ministerului Industriei Cărbunelui, circa 95% realizează producţia de cărbune prin metode subterane. În prezent funcţionează 543 mine şi 13 cariere. Adîncimea maximă de exploatare subterană a atins 1 000 m.

În cele ce urmează se prezintă participarea producţiei de cărbune după înclinarea şi grosimea stratelor :

● după înclinarea stratelor:
— înclinare mică (0...25°) . . . 82,2%;

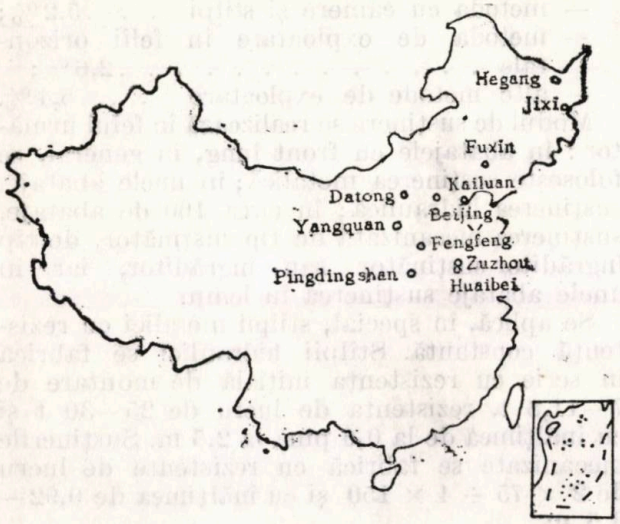


Fig. 1. Repartizarea celor 10 mari zăcăminte de cărbune

— înclinare medie (25—45°) . . . 12,2%;
— înclinare mare (45—90°) 5,6%;
● după grosimea stratelor:
— strate subţiri (sub 1,3 m). 12,7%;
— strate cu grosime medie (1,3—3,5 m), 43,3%
— strate cu grosime mare (peste 3,5 m), 44,0%.

Resursele de cărbune

R.P. Chineză, bogată în resurse de cărbune, are un trecut îndepărtat în privinţa folosirii cărbunelui. Potrivit documentelor existente, folosirea cărbunilor de către poporul chinez datează încă din perioada imperiilor beligerante, anii 475—201 înaintea erei noastre.

La sfîrşitul dinastiei Xan (primul secol al erei noastre), exploatarea cărbunelui s-a ridicat la o scară apreciabilă, iar cărbunele a început să fie folosit la topirea fontei. După eliberarea ţării s-au realizat intense lucrări geologice de prospecţiune şi explorare. În momentul de faţă R.P. Chineză dispune de o rezervă de cărbune explorată evaluată la 640 mlrd. tone.

Resursele de cărbune mai bogate aparţin jurasicului, permianului şi carboniferului, a căror rezerve reprezintă peste 95% din rezervele totale.

R.P. Chineză are toate sorturile de cărbune : cărbunii bruni reprezintă 8% din rezerva totală; cărbunii cocsificabili şi slab cocsificabili, 28%; cărbunii cu metamorfism slab, 31%; cu metamorfism mediu, 8%; cu metamorfism avansat, 6%; antracitul 9%.

Din punct de vedere calitativ, cărbunii cei mai buni aparţin jurasicului, avînd un conţinut redus în sulf şi cenuşă.

Condiţiile geologice ale zăcămintelor de cărbune sînt foarte variate, cu predominarea stratelor groase şi a stratelor cu grosime mică şi medie, cu distanţe mici între ele. Unele zăcăminte de cărbune se află în condiţii hidrogeologice foarte grele, cu conţinut ridicat în gaze.

Construcţiile miniere

După formarea Chinei noi, s-au depus eforturi uriaşe în vederea creşterii capacităţiilor de producţie; s-au reconstruit minele Kailuan, Datong ş.a. datorită cărui fapt au crescut capacităţile lor de producţie. Paralel cu acestea s-au construit o serie de noi baze de cărbune ca cele din Pingdingshan, Hexaibei, Huzhon ş.a., care au capacităţi de peste 10 mil tone cărbune brut pe an.

Durata de construcţie a minelor este de 6—8 ani, pentru cele cu capacităţi mari de producţie, şi 5—6 ani, pentru minele cu capacităţi de producţie medii.

Datorită condiţiilor geologice grele, în domeniul construcţiilor miniere au fost folosite diferite metode de săpare. În total s-au săpat 330 puţuri verticale (prin metoda congelării, prin foraj cu susţinere ulterioară, prin metoda cimentării ş.a.), dintre care 187 puţuri s-au săpat prin metoda congelării cu un diametru maxim de 8 m, pe o adîncime de 345 m; prin metoda forării — 24 puţuri cu diametrul maxim de 7,9 m pe o adîncime maximă de 308,6 m.

În ultimul timp la săparea puţurilor prin metode obişnuite (cu perforare — împuşcare) tot mai mult se utilizează echipamentele complexe compuse din graifăre cu capacitatea de încărcare de 0,6 m³, instalaţii mecanice de perforare, chible de 3 m³, maşini puternice de extracţie şi pompe suspendate de presiune înaltă.

Cu astfel de echipamente se asigură viteze de săpare a puţurilor verticale de 120 m/lună.

În ultimii ani amplasarea construcţiilor miniere (inclusiv carierele) este de ordinul a 100 mil. tone/an. În concordanţă cu rezervele de

cărbune, necesarul de consum, amplasarea căilor de comunicaţii, eficienţa economică şi alţi factori, centrele de construcţii miniere se vor dezvolta în provinciile Shanxi, China de est, China de nord-est şi provincia Henan (fig. 2).

Cele mai bogate zăcăminte de cărbune se află în provincia Shanxi, a căror rezerve se evaluează la 200 mlrd. tone, reprezentînd 1/3 din rezervele de cărbune explorate ale ţării. Ele cuprind toate sorturile de cărbune şi se află în condiţii de zăcămînt favorabile. Rezervele sînt proiectate a se deschide prin puţuri verticale, puţuri înclinate, galerii de coastă şi prin cariere cu investiţii relativ mici. În perspectivă producţia globală a provinciei Shanxi va atinge 200 mil. tone.

China de est este provincia cea mai dezvoltată din punct de vedere economic, incluzînd zăcămintele: Huainan şi Huaibei, Janzhan şi Xuzhan, cu rezervele cele mai mari de cărbune, şi care se află în apropierea porturilor şi căilor ferate.

China de nord-est reprezintă baza industriei grele a ţării, cu necesităţile cele mai mari în cărbune. Provinciile Liaoning, Heilongjiang şi Mongolia interioară se remarcă prin resurse

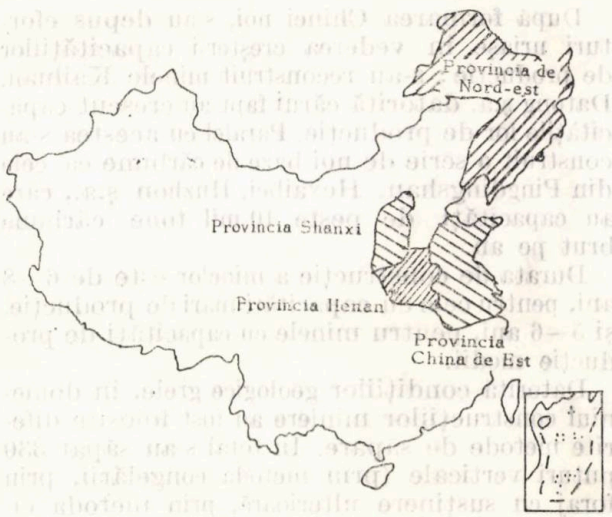


Fig. 2. Amplasarea viitoarelor centre miniere

bogate în cărbune. Stratele din zăcămintele: Jiminhe, Huolinhe şi Juanbaoshan se află la o adîncime relativ mică şi sînt rentabile pentru o exploatare în cariere.

Ca urmare a poziţiei lor geografice, zăcămintele de cărbune din părţile centrale şi de vest ale provinciei Henan vor fi, în perspectivă, supuse lucrărilor de deschidere. Dintre acestea zăcămintele din Pingdingahan ş.a. vor cunoaşte în continuare o largă dezvoltare.

În domeniul construcţiilor miniere se urmăreşte, şi pe viitor, ca pe lîngă dezvoltarea marilor întreprinderi carbonifere, să se dezvolte şi întreprinderile mici şi medii. Afară de acestea, treptat se va realiza şi reconstrucţia tehnică a multor mine mici cu subordonare locală.

Exploatarea subterană a cărbunilor

În minele subordonate Ministerului Industriei Carbonifere, pentru stratele cu înclinare mică şi medie se aplică, de preferinţă, metoda de exploatare cu stîlpi; la stratele groase — metoda în felii înclinate descendente cu surparea acoperişului sau cu rambleierea spaţiului exploatat, cu extragerea feliilor înclinate în ordine ascendentă.

La stratele cu înclinare mare se aplică metoda de exploatare în trepte răsturnate, metoda cu scuturi cu folosirea plasei metalice sau metoda de exploatare în felii orizontale.

Extragerea hidraulică a cărbunilor este aplicată numai în condiţii corespunzătoare de zăcămînt.

Redăm, în continuare, participarea, în procente, a principalelor metode de exploatare pentru realizarea producţiei de cărbune:

— metoda de exploatare cu stîlpi pe direcţie . . . . . 51,7 %;
— metoda de exploatare în felii înclinate 31,7 %;
— metoda de exploatare cu rambleierea hidraulică . . . . . 3,4 %;
— metoda cu camere şi stîlpi . . . 5,2 %;
— metoda de exploatare în felii orizontale . . . . . 2,6 %;
— alte metode de exploatare . . . 5,4 %.

Modul de susţinere se realizează în felul următor: în abatajele cu front lung, în general, se foloseşte susţinerea metalică; în unele abataje, susţinerea hidraulică; în circa 100 de abataje, susţinerea mecanizată de tip susţinător, de tip îngrăditor-susţinător sau îngrăditor, iar în unele abataje susţinerea în lemn.

Se aplică, în special, stîlpii metalici cu rezistenţă constantă. Stîlpii hidraulici se fabrică în serie cu rezistenţa iniţială de montare de 7—11,8 t, rezistenţa de lucru de 25—30 t şi cu înălţimea de la 0,6 pînă la 2,5 m. Susţinerile mecanizate se fabrică cu rezistenţe de lucru de $2 \times 75 \div 4 \times 150$ şi cu înălţimea de 0,92—3,5 m.

Pentru extragerea cărbunilor se folosesc combine cu o putere de 80—100 kW (cu o tobă) şi combine cu o putere de 150—170 kW (cu două tobe). Plugurile de cărbune au o putere de 80 kW. Transportoarele cu raclete, în majoritate, sînt cu două lanţuri cu puteri de 80, 150, 250 kW; cele cu un lanţ au o putere de 180 kW. Productivitatea transportoarelor este de 150, 250, 500 şi 600 t/h. Alimentarea abatajelor mecanizate cu energie electrică se realizează, de regulă, de un curent de 660 V. Instalaţiile electrice antigrizutoase de 1140 V se află în stadiu experimental, într-un număr redus de abataje.

Gradul de mecanizare a extragerii cărbunelui prin metode subterane este în continuă creştere. Nivelul de mecanizare a extragerii cărbunilor a atins, la sfîrşitul anului 1980, la minele apar-

ţinînd Ministerului Industriei Cărbunelui 36,8 %, din care nivelul mecanizării complexe este de 13,1 Producţia medie lunară obţinută în abataje prin mecanizare complexă este de 33 680 t. Producţia anuală în aceste abataje este de maximum 925 mii tone, iar productivitatea medie a muncitorului în abataj de 13,3 t/post.

Utilizarea cărbunilor

Cărbunii se folosesc în metalurgie, 10,6 %, în centrale electrice, 20,3 %, pentru uzul casnic, 18,1 %, în transportul pe cale ferată, 4,4 % şi în industrie, 46,6 %.

În prezent volumul de cărbune brut prelucrat pe an este de 100 mil. tone, din care se obţin peste 50 mil. tone concentrat.

În uzinele de preparare se prelucrează, în special, cărbunii cocsificabili, în care se includ şi cărbunii foarte greu cocsificabili.

Cărbunii se prepară, în principal, prin metoda separării prin depunere şi prin flotaţie, iar în unele cazuri (pentru cărbunii care se prepară greu) în medii dense.

În R.P. Chineză se fabrică utilaje complexe de preparare a cărbunilor cu o capacitate de prelucrare anuală sub 2 mil. tone şi, de asemenea, unele utilaje principale pentru uzinele mari de preparare, cu o capacitate de prelucrare de peste 3 mil. tone an.

O parte a uzinelor de preparare dispun de o conducere centralizată. În unele uzine de preparare se efectuează încercări de automatizare a tuturor proceselor.

În prezent se studiază variante raţionale de participare a diferitelor sorturi de cărbune pentru cocsificare şi, de asemenea, tehnologia cocsificării prin folosirea largă a cărbunilor cu conţinut mare de substanţe volatile. Cărbunii cu putere calorică mică se utilizează în provinciile de sud ale Chinei, în special în domeniul construcţiilor de materiale. Din cărbunii sapropelici şi roci se obţin produse chimice (ca de exemplu pentaoxidul de vanadiu, triclorura de aluminiu). Volumul anual de gaze obţinute prin degazarea stratelor se ridică la 250 mil. m^3. O parte din gazele obţinute (cu excepţia celor utilizate pentru ardere) se utilizează tot pentru obţinerea de produse chimice.

În vederea unei utilizări mai raţionale a cărbunilor, a reducerii cheltuielilor de transport şi protecţiei mediului înconjurător, în prezent se efectuează lucrări de cercetare în domeniul gazificării şi hidrogenării directe a cărbunilor.

Proiectarea întreprinderilor carbonifere şi a construcţiilor de maşini

În industria carboniferă chineză sînt create organizaţii de proiectare specializate. Din totalul de 29 de institute de proiectare, opt sînt subordonate Ministerului Industriei Cărbunelui în care lucrează aproximativ 10 mii lucrători. În fiecare institut există ingineri şi specialişti care posedă cunoştinţe corespunzătoare cu privire la munca de proiectare.

În cei 30 ani s-au proiectat şi construit 1 500 mine (inclusiv cariere) cu o capacitate totală proiectată de 480 mil. tone şi 170 uzine de preparare, cu o capacitate totală proiectată de 100 mil. tone. S-au proiectat şi construit multe fabrici de construcţii de materiale, fabrici de explozivi, uzine de reparaţii ş.a.; de asemenea au fost realizate proiecte de mine şi uzine de preparare pentru alte ţări.

În industria minieră carboniferă sînt 34 uzine principale constructoare de maşini, cu un efectiv total de 65 mii lucrători care produc anual pînă la 200 mii tone. Aceste uzine fabrică, în special, instalaţii de prospecţiune şi explorare, maşini pentru lucrările de înaintare şi de abataj, de transport şi susţineri, aparatură în domeniul tehnicii securităţii.

Instalaţiile de extracţie, de aeraj şi evacuarea apelor şi parţial instalaţiile pentru cariere şi uzinele de preparare se fabrică în uzinele constructoare de maşini subordonate Ministerului Construcţiilor de Maşini.

În prezent se produc în serie diferite tipuri de susţineri hidraulice, mecanizate şi individuale, instalaţii de pompare, transportoare cu raclete, maşini de încărcat, transportoare cu bandă, combine de la 80 pînă la 170 kW, combine de înaintare, instalaţii grele pentru săparea de puţuri verticale, instrumente şi aparatură de tehnica securităţii.

Pregătirea cadrelor de specialişti şi a lucrătorilor din cercetare

În scopul pregătirii cadrelor de specialişti necesare industriei carbonifere, s-au înfiinţat institute de învăţămînt superior şi şcoli medii.

În total există 12 institute de învăţămînt superior, care pregătesc 14 mii studenţi, 36 şcoli de tehnicieni în care studiază 18 mii elevi şi 100 şcoli medii miniere şi profesionale în care învaţă 45 mii elevi. Afară de aceasta, circa 14 mii de lucrători urmează cursurile fără frecvenţă, precum şi cursurile serale şi televizate ale universităţilor de specialitate minieră. Există, de asemenea, diferite cursuri tehnice pentru cadrele de conducere.

În domeniul lucrărilor de cercetare ştiinţifică există trei tipuri de organizaţii de cercetare: Institutul central de cercetare ştiinţifică, subordonat Ministerului Industriei Cărbunelui, care răspunde de rezolvarea problemelor pe scară republicană, institute provinciale care răspund de rezolvarea problemelor miniere carbonifere interne, ale provinciei respective, şi institute afiliate întreprinderilor care răspund de rezolvarea problemelor interne ale întreprinderilor.

Institutul central de cercetări ştiinţifice se ocupă, în principal, de rezolvarea problemelor de importanţă deosebită care apar în producţie

şi în domeniul construcţiilor miniere carbonifere şi cu studiile fundamentale teoretice. Acest institut a fost înfiinţat la Beijing şi cuprinde în prezent 11 institute de cercetare specializate şi un centru experimental.

Numărul total de lucrători în institute este de 5 000, din care aproape jumătate sînt cadre de cercetători şi tehnicieni.

Sarcina principală a Institutului central de cercetare ştiinţifică carboniferă este creşterea preciziei şi vitezei lucrărilor de explorare, reducerea duratei construcţiilor miniere, extinderea mecanizării lucrărilor de pregătire şi de abataj, perfecţionarea tehnicii securităţii cu accentul pe prevenirea accidentelor, folosirea raţională a resurselor carbonifere.

Se constată o continuă cooperare internaţională şi un schimb intens în domeniul ştiinţei şi tehnicii cu alte ţări, astfel ca industria carboniferă, ştiinţa şi tehnica ei să aibă în R.P. Chineză o dezvoltare continuă.

Bazîndu-se pe principiul avantajului reciproc, se caută diferite forme de colaborare cu ţările prietene prin acordarea de ajutor tehnic, în vederea dezvoltării industriei lor carbonifere şi prin aceasta să-şi aducă contribuţia corespunzătoare în rezolvarea problemelor energetice.

II. Scurtă prezentare a industriei metalifere din R.P. Chineză

Exploatarea zăcămintelor de minereuri din China datează de mii de ani.

În urmă cu 2 700 ani, exploatarea zăcămintelor cuprifere era destul de dezvoltată. Totuşi, numai după întemeierea Chinei noi, dezvoltarea industriei de minereuri a cunoscut un avînt puternic. Producţia de minereu de fier, în anul 1949, a fost de numai 590 mii tone, iar minele de minereuri neferoase se aflau în situaţia de a fi închise.

După 30 ani de dezvoltare, rezervele în minereu de fier sînt de 44 bilioane tone, iar cele de minereuri neferoase, cum ar fi cele de wolfram, staniu, molibden şi antimoniu au cunoscut, de asemenea, o creştere continuă.

R.P. Chineză posedă un număr însemnat de zăcăminte polimetalice, cum ar fi zăcămîntul Baiyusbo, cu o rezervă sigură de 800 mil. tone, cu un conţinut de circa 30 % fier; zăcămîntul de la Panzihua, a cărui rezerve sigure totalizează un bilion de tone, cu un conţinut de 30 % fier, cu elemente asociate de vanadiu şi titan; renumitul zăcămînt de minereuri complexe Shizuyan, cu o rezervă totală de 160 mil. tone şi care conţine, în principal, wolfram, staniu, molibden şi bismut.

Rezervele sigure de minereu de fier, cu conţinut de aproximativ 30 % Fe, impun crearea de tehnologii noi de preparare a minereurilor cu conţinut sărac.

Ritmul mediu anual de creştere a producţiei de minereuri metalifere este de 16,6 %, din care ritmul mediu anual pentru minereurile de fier este de 16,5 %, iar pentru cele nemetalifere de 14,7 %.

De subliniat că între metodele de exploatare folosite în exploatările existente, producţia obţinută din cariere este preponderentă, adică în exploatările de fier ea reprezintă 90 %, iar în exploatarea zăcămintelor neferoase aproximativ jumătate.

În prezent există 30 întreprinderi de explorare şi institute geologice de cercetari în diferitele sectoare ale industriei metalurgice, 19 institute principale de proiectări şi cercetare şi 17 colegii şi universităţi cu facultăţi miniere.

Principala preocupare a industriei miniere metalifere şi nemetalifere este îndreptată, în prezent, spre cunoaşterea potenţialului de minereuri, crearea de noi instalaţii şi tehnologii pentru minele existente, precum şi proiectarea de noi capacităţi de producţie.

III. Excursii tehnice

1. *Mina Lujato*, situată la 20 km sud-est de oraşul Tangahan, este cea mai mare mină hidromecanizată şi funcţionează din anul 1968.

Cu toate pagubele provocate de cutremurul din 1976, capacitatea anuală de producţie proiectată de 1,5 mil. tone de cărbune a fost depăşită anul trecut şi se aşteaptă ca în acest an să se atingă 2 mil. tone. Efectivul subteran al minei este de 3 740 de muncitori şi se lucrează în patru schimburi a cîte şase ore, din care trei schimburi sînt afectate producţiei şi un schimb pentru întreţinere.

Date geologice

Zăcămîntul de cărbune are forma unui anticlinal. Mina este situată în partea centrală a flancului sud-estic al sinclinalului bazinului Kaiping, un flanc al anticlinalului extinzîndu-se spre sud-est şi celălalt spre nord-est. Perimetrul minei acoperă o suprafaţă de 21,8 km^2. Formaţiunea purtătoare de cărbune aparţine perioadelor permo-carbonifere şi cuprinde şapte strate exploatabile cu un unghi de înclinare de 6°—45°. Grosimea totală a stratelor de cărbune variază între 9 şi 11 m. Cărbunele exploatat este o huilă grasă cu un conţinut de 25 % cenuşă, 1 % sulf, 29 % substanţe volatile cu o putere calorică de 7 000 kcal/kg. Cărbunele este cocsificabil. Conţinutul de gaze în această regiune nu este mare, iar afluenţa de apă este de aproximativ 15 m^3/min.

Deschiderea minei, extracţia şi modul de transport

Cîmpul minier este deschis cu două puţuri verticale (un puţ de extracţie şi un puţ auxiliar

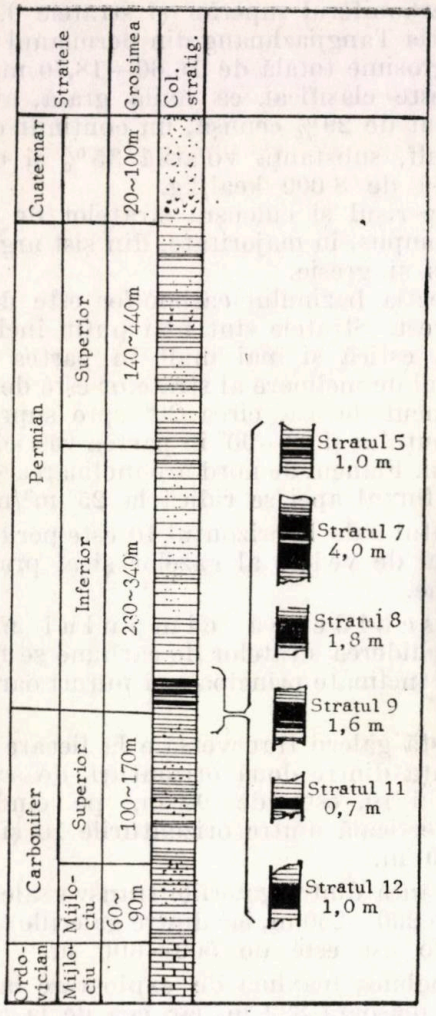


Fig. 3. Coloana stratigrafică a minei Lujato

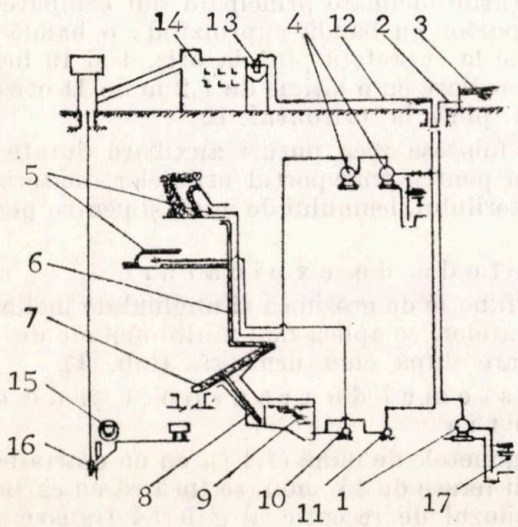


Fig. 4. Schema tehnologico-hidraulică a minei Lujato:

1 — pompa principală din subteran; *2* — conductă de refulare; *3* — rezervor de apă la suprafață; *4* — pompă de mare presiune pentru monitoare tip OWB 200/8 si 200/10; *5* — hidromonitor Kailan IV; *6* — canal; *7* — transportor de evacuare a apei; *8* — elevator; *9* — siloz de amestec cărbune-apă; *10* — pompă tip 200/8; *11* — pompă tip 200/10; *12* — conductă pentru șlam; *13* — hidrociclon de evacuare a apei; *14* — uzină de preparare a cărbunelui; *15* — culbutor; *16* — schip.

folosit pentru transportul de steril, utilaje, materiale și pentru muncitori).

Transportul cărbunelui în sectoare se face hidraulic, prin canale deschise. După separarea apei cu ajutorul unui grătar, cărbunii cu o granulație mai mare de 1 mm se încarcă în vagonete cu capacitatea de 3 t, de unde se transportă în continuare cu locomotive cu troleu pînă la rampa puțului principal și de acolo la suprafață, prin intermediul a două skipuri de cîte 9 t pentru a alimenta uzina de preparare. Cărbunii cu o granulație mai mare de 1 mm formează 70% din producția de cărbune brut a minei. Șlamul este pompat direct la uzina de preparare. Pompa de șlam este de tipul OWB 200/10, cu un debit de 300 m^3/h și cu o refulare pe o înălțime de 630 m, atunci cînd refularea șlamului se realizează cu pompe care lucrează în serie. Cărbunii care se pompează la suprafață se prezintă sub formă de particule cu dimensiuni sub 1 mm.

Metoda de exploatare

În funcție de unghiul de înclinare al stratelor de cărbune, se aplică două variante: metoda de exploatare în subetaje (fig. 6) și metoda cu stîlpi pe înclinare cu extragere hidraulică în fîșii.

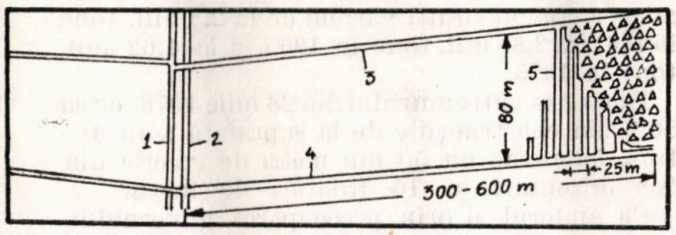


Fig. 5. Metoda de exploatare cu stîlpi pe înclinare cu extracția hidraulică a cărbunelui aplicată la înclinări mari:

1; *2* — plane înclinate de sector; *3* — galerie de abataj; *4* — galerie principală de transport hidraulic; *5* — plan înclinat cu partea superioară sub formă de pîlnie; *6* — front de abataj

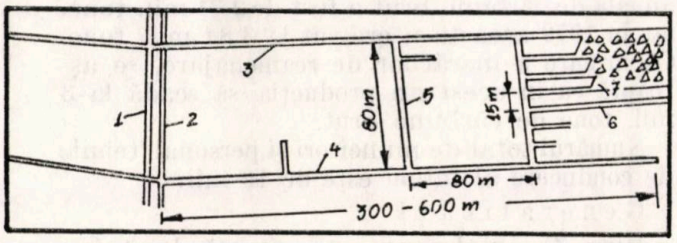


Fig. 6. Metoda de exploatare cu subetaje (stîlpi pe direcție) cu extracția hidraulică aplicată la înclinări mari:

1; *2* — plane înclinate de sector; *3* — galerie de aeraj; *4* — galerii principale de transport hidraulic; *5*; *6* — plane înclinate ale cîmpurilor de abataj; *7* — front de abataj.

Hidromonitoarele folosite în abataje pentru tăierea cărbunelui sînt de tipul LU-4. Diametrul duzei hidromonitorului este de 22 mm. Productivitatea de tăiere a cărbunelui, în cazul exploatării stratelor cu grosime mică, este de 40 t/h; la stratele cu grosime medie, de 70—90 t/h, la stratele mai groase, de 150—200 t/h.

Presiunea de tăiere a jetului de apă este de 100—120 kg/cm² (presiunea debitată de pompă 142 kg/cm²).

Date economice și tehnice (ianuarie—iunie 1980). Producția anuală de cărbune a fost de 1 062 000 t, iar productivitatea totală a minei, 1,691 t/post.

Producția obținută pe sectoare, din rezerva totală de cărbune în zăcămînt (recuperarea), este de 70,15%; în abataje de 78%; consumul de energie, 55,85 kWh/t.

Avantaje și dezavantaje. În stratele mai înclinate și cu o grosime de peste 2 m se obține o producție de 200—300 mii t/an. În plus, metoda de exploatare prezintă avantajul intrării în producție într-un timp relativ scurt asigurînd o productivitate mare și cu investiții inițiale mici.

Pe de altă parte, metoda de exploatare hidraulică a cărbunilor prezintă și unele dezavantaje: consum ridicat de energie electrică, necesitatea unui acoperiș stabil și o înclinare a stratului care să depășească 10—15°.

2. *Mina Zhaogezhuang* aparține administrației minelor Kailan și a fost construită în anul 1911. În anul 1949, producția de cărbune brut s-a ridicat la 1,1 mil. tone. În urma lucrărilor de reconstrucție și dezvoltare, capacitatea minei a crescut mult, variind de la 2,3 mil. tone în 1961, la 2,88 mil. tone în 1965 și la 4,62 mil. tone în 1975.

Din cauza cutremurului din 28 iulie 1976, circa 86% din construcțiile de la suprafață s-au distrus, împreună cu 50 mii metri de galerie din trei orizonturi și 16 fronturi de lucru.

Cu ajutorul și prin preocuparea guvernului, întreaga mină a fost reconstruită, pînă în ianuarie 1977 evacuîndu-se din subteran 13,74 mil. m³ de apă. În același timp, muncitorii și personalul de conducere au depus toate eforturile de a restabili producția de cărbune. În 1977 producția anuală de cărbune brut a fost de 2,31 mil. tone, iar în 1979 aceasta a crescut la 3,84 mil. tone. Ca urmare a lucrărilor de reamenajare, se așteaptă ca în acest an producția să scadă la 3 mil. tone de cărbune brut.

Numărul total de muncitori și personal tehnic de conducere al minei este de 16 mii.

Generalități

Mina Zhaogezhuang este situată la 4 km nord de gara Guye (linia ferată Beijing — Shanhaignan). Așezată pe hotarul nord-estic al bazinului Kaiping, mina are o lungime pe direcție de 9 050 m (cu cota de +54,4 m la gura puțului) și o adîncime maximă de 1 200 m, acoperind o suprafață de 15,97 km².

Condițiile geologice de zăcămînt

Formațiunea purtătoare de cărbune a suprafeței minei, depozitată în permo-carbonifer, cuprinde șase strate exploatabile: stratele 11 și 12 al zăcămîntului Zhaogezhuang, Seria Taiyuan, din carboniferul superior și stratele 9, 8, 7, 5 din seria Tangjiazhuang din permianul inferior, cu o grosime totală de 16,60—18,70 m. Cărbunele este clasificat ca huilă grasă, avînd un conținut de 29% cenușă, un conținut de 0,5—1% sulf, substanță volatilă 35% și o putere calorică de 8 000 kcal/kg.

Acoperișul și culcușul stratelor de cărbune este compus, în majoritate, din șist argilos, șist nisipos și gresie.

Direcția bazinului carbonifer este de la est spre vest. Stratele sînt mai puțin înclinate în partea estică și mai mult în partea vestică. Unghiul de înclinare al stratelor este de 20—30° în flancul de est, circa 20° spre suprafață la gura puțului și 23—90° în partea vestică a gurii puțului. Flancul de nord are înclinarea de 70—80°. Afluxul apei se ridică la 25 m³/min.

Stratul 9 de la orizontul 10 este periculos din punctul de vedere al gazelor și al prafului de cărbune.

Deschiderea cîmpului minier

Deschiderea stratelor de cărbune se face prin puțuri înclinate principale și puțuri oarbe auxiliare.

Există galerii transversale la fiecare orizont. Distanța dintre două orizonturi, deasupra orizontului 10, este de 90 m, pe cînd înălțimea verticală dintre orizonturile 10 și 11 este de 180 m.

Distanța dintre galeriile transversale de vest este de 200—250 m, iar dintre galeriile transversale de est este de 500—600 m.

Adîncimea maximă de exploatare la orizontul 10 măsoară 822 m, iar cea de la orizontul 11 este de 1 002 m.

Puțurile înclinate principale sînt echipate cu transportor cu bandă cuprinzînd: o bandă de oțel de la suprafață pînă la oriz. 4 și 19 benzi intermediare cu o lățime de 1,2 m de la orizontul 4 pînă la orizontul 10.

Se folosesc zece puțuri auxiliare dotate cu colivii pentru transportul utilajelor, materialelor, sterilului, lemnului de mină și pentru personal.

Metoda de exploatare

În funcție de grosimea și unghiul de înclinare al stratelor, se aplică mai multe metode de exploatare după cum urmează (tab. 1).

Sistemul de transport și de extracție

Vagonetele de mină (1,4 t), cu un ecartament al căii ferate de 457 mm, se încarcă cu cărbune din silozul de recepție al galeriei transversale sau al galeriei de transport și se transportă cu locomotive cu troleu (7 t) direct la culbutor. Cărbunii extrași la suprafață se dirijează spre o uzină de preparare cu ajutorul benzii transportoare din puțul înclinat. Capacitatea uzinei de preparare este de 2,2 mil. tone/an.

Organizarea muncii

Se lucrează în trei schimburi a cîte 8 ore pe zi (două schimburi afectate producției și unul pentru pregătire și întreținere).

Date tehnice și economice (1980)

— producția anuală . . . . . 3 mil. t/an;
— productivitatea pe mină. . 1,414 t/ schimb;
— productivitatea în abataj, 4,126 t/schimb;
— productivitatea minerului la înaintare 0,183 m/schimb;
— extracția de cărbune în sectoare, 82,66%;
— consumul de energie electrică, 38,70 kWh/t.

Tabelul 1

Metoda de exploatare	Factorii care influențează alegerea metodei de exploatare		Producția, %
	grosimea, m	unghiul de înclinare, grade	
Front lung pe o aripă a cîmpului de abataj	3,2	40	24,11
Exploatarea cu stîlpi pe înclinare	3,2	40	10,21
Exploatarea cu împărțirea stratului în felii înclinate cu extragerea pe direcție	8	50	12,54
Exploatare cu scut flexibil	1,3—6	>60	21,99
Exploatare cu înmagazinare	Mai puțin de 1,3	>50	0,37
Exploatarea cu surpare	Pentru stratele de cărbune ce nu corespund condițiilor mai sus menționate		30,78
Total:			100

Vizitarea Institutului central de cercetări în domeniul industriei carbonifere

Sarcinile principale ale Institutului central de cercetări constau în studiul problemelor tehnice deosebit de importante ale industriei carbonifere.

În ultimii 24 de ani s-au înființat laboratoare și standuri experimentale: standul de încercare a susținerilor mecanizate și a supapelor acestor susțineri, laboratorul de încercare a materialelor, laboratorul de congelare, laboratorul de analiza calității cărbunelui, cuptorul experimental de cocsificare, laboratorul de hidrogenarea cărbunelui, standuri de încercare a mașinilor miniere, laboratorul de tehnica securității ș.a. Se studiază problema înființării unor laboratoare mai complexe de încercare a mașinilor de abataj și de înaintare, precum și laboratoare de tehnica securității.

În prezent se află în construcție un stand rotativ (70°) de încercare a susținerilor mecanizate, un stand pentru încercarea organelor de tăiere a combinelor miniere și a motoarelor pentru transportoarele cu raclete și a combinelor de cărbune, un stand de încercare a rolelor pentru transportoarele cu bandă de cauciuc și camera de împușcare pentru verificarea explozibilității prafului de cărbune.

Principalele realizări ale institutelor subordonate Institutului central de cercetări

Din momentul creării acestor institute și pînă în prezent, în colaborare cu întreprinderile miniere și uzinele constructoare de mașini, s-au efectuat o serie de lucrări de cercetare științifică care, introduse și aplicate în practică, au avut un rol activ în dezvoltarea industriei miniere carbonifere.

În ultimii 25 ani, realizările principale ale institutelor au fost: rezolvarea completă a tehnologiei de exploatare hidraulică, crearea tehnologiei de exploatare a zăcămintelor de cărbune situate sub obiectivele de la suprafață, tehnica săpării puțurilor prin procedee speciale (congelare, cimentare), instalații pentru uzinele de preparare, utilaje pentru abataje și înaintări (susțineri mecanizate, combine, transportoare), noi instalații de săpare a puțurilor ș.a.

De remarcat că și în alte domenii ca: geologia zăcămintelor de cărbune, tehnica securității miniere, topografia minieră și folosirea cărbunilor s-a efectuat un volum mare de lucrări.

Principalele direcții de cercetare ale institutelor subordonate institutului central

În prezent, principalele direcții de activitate ale institutelor de cercetare sînt: creșterea preciziei și vitezei lucrărilor de exploatare, reducerea duratei de punere în exploatare a zăcămintelor de cărbune, creșterea gradului de mecanizare a lucrărilor de abataj și de înaintare, perfecționarea tehnicii securității cu accentul pe metodele de prevenire a accidentelor și folosirea rațională a resurselor de cărbune.

Potrivit acestor direcții de cercetare, se pot enumera cîteva probleme concrete:

- studiul legității genezei cărbunelui în vederea orientării lucrărilor de prospecțiune a cărbunelui;
- stabilirea măsurilor de luptă împotriva apelor subterane cu scopul de a debloca resursele carbonifere imobilizate de aceste ape;
- studiul stratelor de cărbune prin metode de explorare seismică cu unde de reflexie;
- studiul săpării puțurilor prin congelare pe adîncimi de 500—600 m, precum și cercetarea problemelor „cheie", ca de exemplu proiectarea congelării cilindrului, a susținerii puțului și a instalației pentru forajul sondelor de congelare;
- experimentarea metodei prealabile de cimentare de la suprafață și a metodei de cimentare din frontul de lucru a puțurilor verticale;
- studiul împușcării cu găuri de sondă adînci în vederea obținerii de suprafețe netede, sus-

ţineri cu ancore şi prin torcretare, realizarea de explozivi puternici rezistenţi la umezeală, împuşcarea în trepte cu capse cu întîrziere milisecundă;

- studiul materialelor de rambleu de calitate superioară şi mai economice;
- studiul tehnicii de exploatare sub construcţiile situate la suprafaţa sau sub rîuri şi căi ferate;
- exploatarea complet mecanizată a stratelor de cărbune cu grosime mică şi medie (<3,5 m);
- cercetarea tehnologiei şi instalaţiilor de extragere hidraulică a cărbunilor cu jet mare de apă fără susţinerea abatajului şi cu jet subţire de apă sub presiune mare cu susţinerea abatajului; studiul transportului hidraulic la distanţe mari;
- cercetarea tehnologiei de exploatare continuă şi rezistenţa rocilor în lucrările la zi; studiul stabilităţii taluzurilor şi asecării zăcămintelor de cărbuni;
- studii de prognoză şi cercetarea informaţiilor privind erupţiile de gaze şi praf de cărbune;
- studiul degazării stratelor şi a reducerii duratei de degazare;
- studiul cu privire la realizarea instalaţiilor de preparare cu o capacitate de 3 mil. tone/an;
- studiul dislocării şlamului prin filtrare, filtrare sub presiune, împuşcare şi electroosmoză, cu scopul realizării de circuite închise;
- studiul gazificării cărbunelui sub presiune ridicată.

*

Începînd din anul 1950, Institutul central pe cercetare pentru industria carboniferă a stabilit legături de cooperare cu unele institute similare din: U.R.S.S., R.P. Polonă, iar din 1970 cu: R.F.G., Anglia, S.U.A. Japonia, Belgia ş.a. Au fost semnate convenţii de colaborare pentru rezolvarea în comun a unor probleme ca, de exemplu, hidrogenarea cărbunilor (cu Japonia şi R.F.G.). S-au creat condiţii de specializare a cadrelor de cercetători în ţări cu o industrie carboniferă dezvoltată. Se ţin cursuri şi conferinţe, expediţii şi schimburi de experienţă cu savanţii din alte ţări. Se acordă o atenţie deosebită participării la conferinţe şi congrese internaţionale.

*

Cea de 48-a sesiune a Consiliului Internaţional pentru organizarea Congreselor Miniere Mondiale, la fel ca cele precedente, a reuşit să organizeze vizitarea unor mari întreprinderi miniere şi institute de cercetare care, în general, ne-au dat o imagine reală asupra potenţialului ştiinţific, tehnic şi organizatoric, în domeniul minier al R.P. Chineze.

Informaţiile obţinute, precum şi vizitarea unor intreprinderi şi institute de cercetare, situate la distanţe mari, într-un timp foarte scurt, evidenţiază buna organizare şi grija manifestată de Comitetul Naţional Minier din R.P. Chineză, căruia se cuvine, şi pe această cale, să i se adreseze călduroasele noastre mulţumiri.

MINISTERUL MINELOR.

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI

EXECUTĂ ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR SĂI INTERNI ŞI EXTERNI :

LUCRĂRI DE CERCETARE ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO - ECONOMICE DE PROIECTARE ÎN DOMENIUL EXTRACŢIEI ŞI PREPARĂRII MINEREURILOR NEFEROASE , AURO - ARGENTIFERE, RARE ŞI RADIOACTIVE ŞI PRELUCRĂRII METALURGICE A CONCENTRATELOR DE METALE NEFEROASE PENTRU :

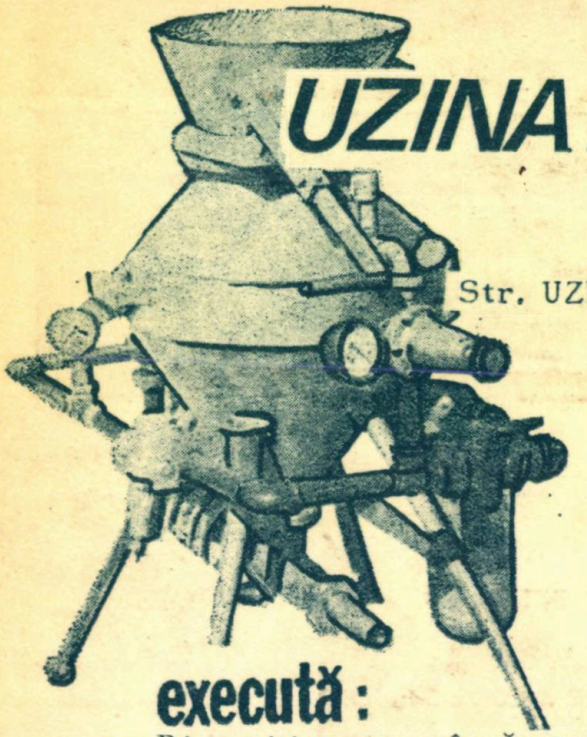
- metode de exploatare , săpare , procedee de perforare şi împuşcare, susţinere a lucrărilor miniere , inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere ;
- tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile , de prelucrare a minereurilor şi concentratelor în condiţii de : laborator , micropilot , pilot , semiindustrial şi industrial;
- sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru flotaţie şi hidrometalurgie ;
- documentaţii pentru mecanizarea şi automatizarea proceselor tehnologice în subteran , uzine de preparare şi metalurgice ;
- stabilirea gradului de prăfuire şi combatere a prafului , a condiţiilor de microclimat în subteran , uzine de preparare şi metalurgice , inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirilor profesionale ;
- protecţia mediului înconjurător prin studii de depoluare a apelor de mină şi reziduale şi a aerului din zonele de acţiune a uzinelor de preparare şi metalurgice ;
- organizarea ştiinţifică a producţiei şi muncii , analize economice , optimizări ale proceselor de producţie , prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnologiei în domeniul extracţiei metalelor neferoase ;
- documentaţii tehnico - economice de investiţii pentru obiective miniere , de preparare şi metalurgice.

ACORDĂ ASISTENŢĂ TEHNICĂ PENTRU ÎMBUNATAŢIREA FLUXURILOR TEHNOLOGICE , MODERNIZAREA INSTALAŢIILOR ÎN SUBTERAN , UZINE DE PREPARARE ŞI METALURGICE , VALORIFICAREA ÎN PRODUCŢIE A CERCETĂRILOR ÎNCHEIATE ŞI LA PUNEREA IN FUNCŢIUNE A OBIECTIVELOR ECONOMICE PROIECTATE IN CADRUL INSTITUTULUI

MAI EXECUTĂ ŞI OFERĂ :

- analize chimice şi fizice prin metode spectrale , fotometrice , analize şi studii mineralogice , analize de uleiuri şi reactivi ;
- prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit , preparare şi metalurgie neferoasă ;
- produse chimico - metalurgice obţinute ca microproducţie pe baza tehnologiilor originale elaborate de institut ;
- sinteze şi cercetări bibliografice , traduceri , multiplicări , filmări .

Adresa : BAIA MARE , str. Dr. Victor Babeş 62 , telefon 30412,31171,30818,
telex 33267 , cod 4800 , jud. Maramureş



CENTRALA MINEREURILOR DEVA

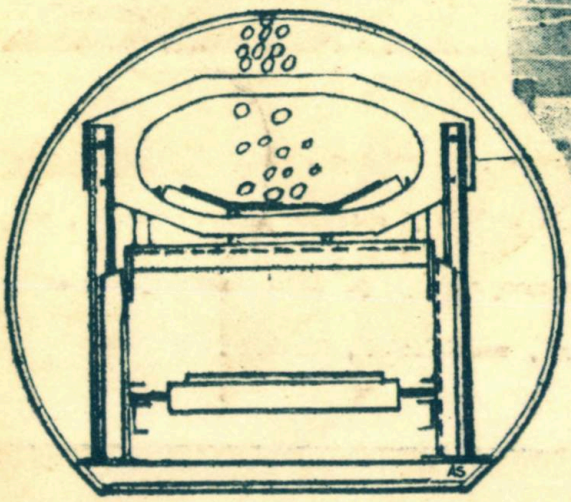
UZINA DE UTILAJ MINIER CRIŞCIOR

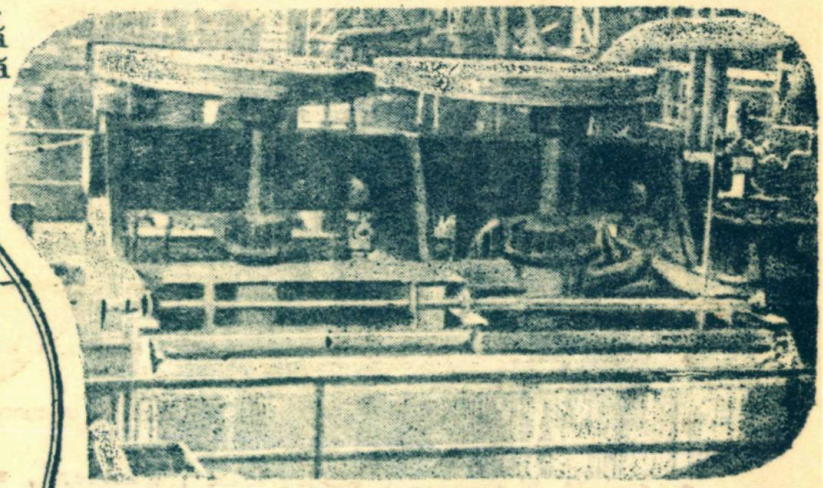
Str. UZINEI Nr. 1 , Jud. HUNEDOARA , Tel .283 ; 294

1982 FEB 6

execută :

- Dispozitiv pentru încărcarea mecanizată a amestecurilor simple explozive.
- Extractoare electromagnetice de bandă, comandate cu sesizor electronic de metal, pentru benzi de: 650; 800; 1000; 1200; 1600mm.
- Intreaga gamă de vagoneţi pentru transportul materialelor şi al persoanelor în subteran.
- Instalaţii de semnalizare şi blocare la transportul pe puţuri verticale.
- Instalaţii de protecţie modernizate pentru staţiile de compresoare de 15; 30 şi 45 m^3
- Vagon de cale ferată îngustă de 10 m^3, ecartament 760 mm şi utilaje de cale, frîne pneumatice, schimbătoare de cale.
- Maşini de flotaţie mecanice şi pneumomecanice de mare capacitate.
- Mese de concentrare a minereurilor.
- Mese de amalgamare, îngroşătoare clasoare.
- Separator electromagnetic cu cîmp puternic în mediu umed.
- Piese de schimb pentru utilaje miniere de preparare a minereurilor.
- Diverse confecţii metalice.
- Turnarea de piese din fontă cu o greutate pînă la 1 tonă





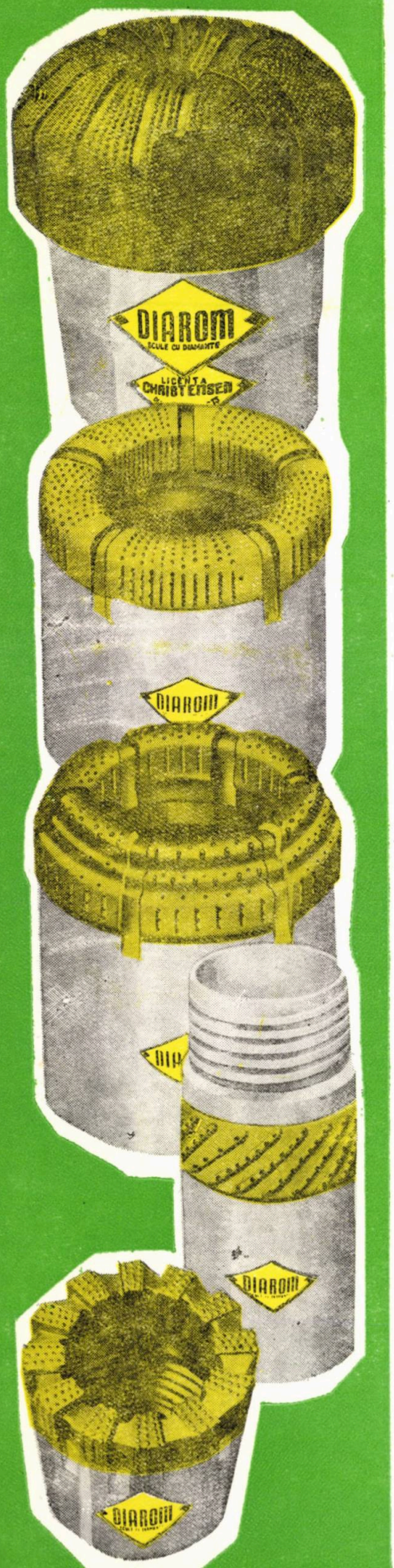
EXECUTA piese de schimb şi reparaţii la instalaţiile şi utilajele pe care le produce.

E 1445

MINE PETROL GAZE

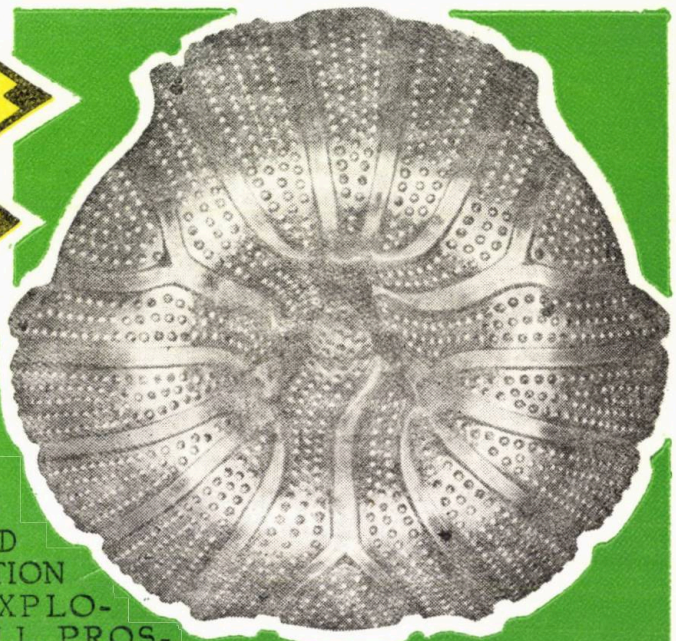
BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 32, noiembrie 1981

11



COMPANY FOR SPECIAL DRILLING AND GEOLOGICAL WORKS

DIAROM
SCULE CU DIAMANTE
LICENTA CHRISTENSEN
DIAMOND PRODUCTS



DIAMOND TOOLS MANUFACTURING FOR MINING INDUSTRY AND INVESTIGATION THROUGH EXPLORATION WELL, PROSPECTING DRILLING AND OFF-SHORE PLATFORMS

Diamond bits and rockdrill crowns

Diamond and carbide-tipped stabilizers

DIAROM
SCULE CU DIAMANTE

Various tools for special works

Technical assistance in solving procurement and use of diamond tools

USING DIAROM'S DIAMOND TOOLS YOU CAN SAVE MONEY AND TIME IN WORKING RAW MATERIALS OF MINERAL

Adress :

DIAROM - Str. Caransebeș nr.1, Sectorul 6
BUCUREȘTI - ROMANIA
Teleph.: 65.70.10

DIAROM
SCULE CU DIAMANTE
LICENTA CHRISTENSEN
DIAMOND PRODUCTS

A TRADEMARK WHICH MEANS QUALITY, EFFICIENCY AND READINESS

MINE, PETROL ŞI GAZE ANUL XXXII Nr. 11 1981

CUPRINS

Gabrian, V. **Din preocupările şi realizările Centralei minereurilor neferoase Baia Mare în primul an al cincinalului 1981—1985** 515

Gâf-Deac, I. **Avansarea abatajelor frontale cu complexe mecanizate la schimbarea direcţiei stratului** 519

Bujac, Gh. **Exploatarea stratelor de lignit adiacente carierelor, cantonate sub nivel hidrostatic, prin lucrări miniere subterane aplicînd metoda de deschidere combinată carieră-subteran** 524

Biriescu, Al. **Trilateraţia şi tripla trilateraţie** 531

Mereţ, N. şi Pece, St. **Un nou tip de cască de protecţie pentru mineri** 539

Hutira, T., Keisz, R. şi Barcsi, L. **Influenţa creşterii nivelului mecanizării asupra structurii formaţiilor de muncă în exploatarea minereurilor neferoase** 543

Pavel, A. **Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare** 545

Balteş, N. şi Moldovanu Maria **Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi în sectorul central al Depresiunii panonice (I)** . . 560

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 669.2/8

Gabrian, V. *Din preocupările şi realizările Centralei minereurilor neferoase Baia Mare în primul an al cincinalului 1981—1985*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Avansarea abatajelor frontale cu complexe mecanizate la schimbarea direcţiei stratului*

Schimbarea direcţiei stratului implică instrumentaţii suplimentare în avansarea abatajului complex mecanizat, obligîndu-l la o repliere, cu o extremitate sau alta, ceea ce determină un grad ridicat de dificultate în exploatare. În articol se stabilesc, în mod original, coeficienţii care exprimă gradul de dificultate în exploatare, în funcţie de lungimea şi suprafaţa replierii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.332 : 622.271/272

Bujac, Gh. *Exploatarea stratelor de lignit adiacente carierelor, cantonate sub nivel hidrostatic, prin lucrări miniere subterane, aplicînd metoda de deschidere combinată carieră-subteran.*

Autorul analizează problema valorificării unor rezerve în afară de bilanţ, cantonate în zonele adiacente carierelor, în condiţii hidrogeologice grele, pentru care propune o nouă metodă de deschidere, folosind o tranşee de deschidere, pentru accesul la stratele de cărbune, conturată în zona exploatată prin cariere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.1 : 550.3

Biriescu, Al. *Trilateraţia şi tripla trilateraţie*

Autorul analizează determinarea punctului necunoscut din lucrările topogeodezice clasice pe bază de distanţe măsurate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 614.8 : 622.8

Mereţ, N. şi Pece, St. *Un nou tip de cască de protecţie pentru mineri*

Sînt redate rezultatele cercetărilor efectuate în scopul realizării unui nou tip de cască de protecţie pentru mineri, dimensionată optim, pe baza determinării stării de tensiune în calotă în regim de efort static. Se descrie metoda de punere în evidenţă a eforturilor unitare principale din calotă, pe cale fotoelastică, modelul de cască realizat şi se prezintă principalii parametri de eficacitate şi confort.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 658.387 : 65.011.54

Hutira, T., Keisz, R. şi Barcsi, L. *Influenţa creşterii nivelului mecanizării asupra structurii formaţiilor de muncă în exploatarea minereurilor neferoase*

Pornind de la ideea utilizării eficiente a mijloacelor de mecanizare, autorii analizează corelaţia dintre nivelul tehnic al mijloacelor de muncă şi structura formaţiilor de muncă în cadrul Exploatării miniere Baia Sprie — unitate reprezentativă în ceea ce priveşte introducerea noilor tehnologii şi a utilajelor miniere moderne.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.241 : 622.254

Pavel, A. *Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare*

Se studiază şi se rezolvă, pînă la nivelul necesităţilor de proiectare, problemele complexe ale stabilităţii elastomecanostatice a structurilor de tipul coloanelor tubulare cu diametru mare şi a elementelor componente ale acestora. Se prezintă şi se detaliază diferite aplicaţii numerice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 553.98

Balteş, N. şi Moldovanu Maria *Cercetări polinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi în sectorul central al Depresiunii panonice*

Se redau cercetările palinologice a depozitelor triasice, cretacice, miocene şi pliocene care au condus la obţinerea unui bogat material utilizat, atît în scopuri stratigrafice, cît şi pentru aprecierea potenţialului petroligen.

Mine, Petrol şi Gaze, nr. 32, nr. 11, 1981

CONTENTS

C.Z. 669.2/8

Gabrian, V. *From the concerns and achievements of the Headquarters for Non-Ferrous Ore Mining Baia Mare in the first year of the Five-Year Plan 1981—1985*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Long wall advancing with mechanized sets of equipment at the change of seam strike*

The change of the seam strike involves instrumentation operations at the ends of the long wall face in order to maintain the straight alignement of the supporting sets. In the paper the coefficients expressing the difficulty degree of these operations as function of the length and surface of change area are established.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.332 : 622.271/272

Bujac, Gh. *Underground mining with combined quarry-mine development of lignite seams adjacent to open-pits and under the hydrostatic level*

The author examins the problem of the valorization of some lignite reserves neighbouring the present open-pits with difficult hydrogeological conditions. A new development method with open trench to work these lignite seams in proposed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.1 : 550.3

Biriescu, Al. *Trilateration and triple trilateration*

The author analyses the problem in determining the unknown point in the classical mine surveying operations based on measured distances.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 614.8 : 622.8

Meret, N. and Pece, St. *A new type of protective helmet for miners*

The results of research works on an optimal shaped protective helmet based on the study of the stress state of the calotte in static effort regime are presented. The method to make clear the main stresses into the calotte by photoelastic way, the helmet model performed and the main technical and comfort characteristics are reported.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 658.387 : 65.011.54

Hutira, T., Keisz, R. and Barcsi, L. *The influence of the mechanization level increase on the face crew structure at non-ferrous ore mining*

The authors analyse the correlation between the technical level as regards the labour means and the structure of the crews into the Baia Sprie mining exploitation, a representative unit regarding the introduction of the new technologies and of up-to-date equipment.

Mine, Petrol şi Gaze, nr. 32, vol. 11, 1981

C.Z. 622.241 : 622.254

Pavel, A. *Elastomechanostatical buckling of the high diameter columns of tubular shell*

This paper studies and solves, up to the design requirements level, complex matters concerning the elastomechanostatical buckling of the high diameter columns of tubular shell — type structures as well as of their components. Various numerical applications are presented and detailed too.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 553.98

Balteş, N. and Moldovanu Maria *Complex palinological research works on the interesting deposits for hydrocarbons in the Central Part of the Panonic Depression*

The palinological research works on triassic, cretaceous, miocene and pliocene deposits with a rich material used both for stratigraphic aims and for pretroligene potential estimation are discussed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 669.2/8

Габриан, В. *О работах и достижениях Объединения руд цветных металлов Бая Маре в первом году пятилетки 1981—1985 гг.*

Ключевые слова: разработка, месторождения, руды цветных металлов

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Гыф-Деак, И. *Продвигание длинных очистных угольных забоев, оснащенных механизированными комплексами в случае изменения направления простирания пласта*

Изменение направления простирания пласта требует дополнительных инструментальных работ при продвигании очистных забоева, оснащенных механизированными комплексами, из-за изменения одного или другого концов забоя, что приводит к большим затруднениям при разработке. В статье определены собственным методом коэффициенты сложности разработки в зависимости от длины и площади изменений концов забоев.

Ключевые слова: очистные забои, изменение простирания пласта, механизированные комплексы, коэффициенты сложности разработки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.332 : 622.271/272

Бужак, Г. *Подземная разработка лигнитных месторождений залегающих вблизи карьеров, под гидростатическим уровнем, комбинированной схемой вскрытия (подземно-карьерная)*

Автор рассмотривает вопрос разработки забалансовых запасов лигнитов, залегающих вблизи карьеров, в сложных гидрогеологических условиях, в связи с чем предлагает схему вскрытия траншеями к угольным пластам.

Ключиевые слова: подземно-карьерная разработка, лигнитные запасы вблизи карьеров, сложные гидравлические условия.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.1 : 550.3

Бириеску, Ал. *Трилатерация и троиная трилатерация*

Автор рассматривает вопрос определения неизвестной точки классических маркшейдерско-геодезических работ на основе измеренных расстояний.

Ключевые слова: трилатерация, троиная трилатерация, неизвестная точка, классические маркшейдерско-геодезические работы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 614.8 : 622.8

Мерец, Н. и Пече, Шт. *Новый тип каски для горняков*

Представлены результаты исследований, проведенных в целях создания нового типа каски для горняков оптимальных размеров, на основе определения напряженного состояния на череп в режиме статического усилия. Описывается метод выявления основных единичных усилий на череп фотоупругим путем, модель полученной каски и представлены основные параметры эффективности и комфорта.

Ключевые слова: шахтерская каска, основные параметры.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 658.387 : 65.011.54

Хутира, Т., Кеис, Р. и Барчи, Л. *Влияние увеличения степени механизации на структуру состава звеньев при добыче руд цветных металлов*

Исходя из эффективного использования средств механизации авторы рассматривают взаимосвязь между техническим уровнем средств механизации и структурой рабочих звеньев на руднике Бая Спире — представительное предприятие с точки зрения внедрения новых технологий и современного горного оборудования.

Ключевые слова: степень механизации, структура рабочих звеньев, технологии, горное оборудование.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.241 : 622.245

Павел, А. *Упругомеханостатическая устойчивость колонн обсадных труб большого диаметра*

Исследуются и решаются, до уровня необходимостей проектирования, сложные проблемы упругомеханостатической устойчивости структур типа обсадных колонн большого диаметра и их состоявлющих элементов. Изложены подробно различные численные примеры практического значения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 553.98

Балтеш, Н. и Молдовану Мария *Комплексные палинологические исследования углеводородных отложений в центральной зоне Панонской депрессии*

Представлены палинологические исследования триасовых, меловых, миоценных и плиоценных отложений, которые способствовали получению большого материала необходимого как в стратиграфических целях, так и для оценки нефтеносного потенциала.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

SOMMAIRE

C.Z. 669.2/8

Gabrian, V. *Préoccupation et achèvements à la Centrale des Minerais Non-Ferreuse Baia Mare dans le premier année du Plan Quinquinnal 1981—1985*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *L'avancement des tailles avec ensemble complexe mécanisé à la déviation de la direction de la couche*

La déviation de la direction de la couche implique des instrumentations suplimentaires à l'avancement d'une taille équipée avec un ensemble complexe mécanisé. On doit de répliér la taille d'une extremité à l'autre ce qui enlève des difficultés à l'exploitation. Dans l'articlé on établie d'une manière originale les coefficients qui expriment le degrée de difficulté en exploitation, en fonction de la longueur et de la surface de repliement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.332 : 622.271/272

Bujac, Gh. *L'exploitation des couches de lignite adjacentes aux carrières sous le niveau hydrostatique par travaux miniers souterrains avec la méthode de développement combinée carrière-mine*

L'auteur analyse la problème de la valorisation de quelques réserves de lignite cantonnées dans les zones adjacentes aux actuelles carrières en conditions difficilles hydrogéologiques, pour quelles on propose une nouvelle méthode de développement avec une tranchée ouverte pour l'accès aux couches de charbon conturées dans la zone exploitée par les quarrières.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.1 : 550.3

Biriescu, Al. *Trilatération et triple trilatération*

L'auteur analyse la détermination du point inconnu des travaux topogéodésiques classiques ayant comme base les distances mésurées.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 614.8 : 622.8

Mereţ, N. et Pece, St. *Un nouveau type de casque de protection pour les mineurs.*

Sont donnés les résultats des recherches effectuées pour réaliser un nouveau type de casque de protection pour les mineurs avec des caractéristiques supérieures basées sur la détermination de l'état de tensions de la calotte en régime d'effort statique. On décrie la méthode de mis en évidence des effort unitairs principaux qui solicitent la calotte par voie photoélastique, le modéle de la casque réalisée

et sont présentés les principaux paramètres techniques et de comfort.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 658.387 : 65.011.54

Hutira, T., Keisz, R. et Barcsi, L. *L'influence de l'accroissement du niveau de mécanisation sur la structure des formations de travail à l'exploitation des minerais non-ferreux*

Basés sur l'idée de l'utilisation efficiente des moyens mécanisés, les auteurs analysent la corrélation entre le niveau technique des moyens des travail et la structure des formations de travail dans le cadre de l'exploitation minière de Baia Sprie, unité réprésentative en ce que concerne l'introduction des nouvelles technologies et des équipements miniers modernes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.241 : 622.254

Pavel, A. *La stabilité élastigue, mécanigue et statigue des colonnes de tubage au grând diamètre*

Dans l'article on examine et on donne la solution, jusqu' au niveau de projet, des problèmes complexes de la stabilité élastique, mécanique et statique des structures de type colonne technique au grand diamètre et des leurs éléments composants. On présent en détail des divers applications numériques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 553.98

Balteş, N. et Moldovanu Maria *Recherches palinologiques complexes sur les dépôts d'intérêt pour les hydrocarbures dans le secteur central de la Depression panonigue*

Sont présentés les recherches palinologiques des dépôts de trias, cretacés, miocènes et pliocènes qui ont conduit à l'obtention d'un matériel riche utilisé autant pour des buts stratigraphiques que pour l'estimation du potentiel pétroligène.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

INHALT

C.Z. 669.2/8

Gabrian, V. *Aus der Anliegen und Leistungen des NE--Erz-Bergbau Baia Mare im ersten Jahr des Fünfjahr plans 1981—1985*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Die Abbauführung der Streben mit vollmechanisierte Strebausrüstung nach Streichliniewechsel*

Der Streichliniewechsel nötigt zusätzliche Instrumentierung nach der Abbauführung des Strebes von einer Extremität nach ardere mit grosse Schwirigkeiten. Im Arikel die koeffizienten welche charakterisiert diese Arbeiten als Funktion der Länge und Fläche der Ausrichtungsgebiet sind ermittelt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.332 : 622.271/272

Bujac, Gh. *Die Gewinnung der Lignitflöze neben der Tagebauen unter dem Wasserspiegel mit eine kombinierte Tage- und Untertageabbau*

Der Verfasser analysiert die Verwertung einiger Lignitvorrätte welche in schwierige hydrogeologische Bedigungen neben der Tagebauen liegen. Eine neue Vorrichtungsverfahren mit Eintrittgraben in der Lignit-schichten ist empfohlen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.1 : 550.3

Biriescu, Al. *Die Dreilateration und die dreifache Dreilateration*

Aufgrung der gemessene Entfernungen der Verfasser examiniert die Ermittlung des unbekannten Punkt von der klassischen Markscheide arbeiten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 614.8 : 622.8

Meret, N. und Pece, St. *Eine neue Schutzkappe für Hauern*

Die erhaltene Ermittlungsergebnisse für die Erzeugung einer optimal dimensioniert Schutzkappe sind dargestellt. Aufgrund der Bestimmung der Spannungszustand der Kalotte im statischen Regime. Die spannungsoptische Erfahrung für die Hervorhebung der Hauptspannungen in der Kalotte, das ausgeführte Kappemodell und die haupsächliche Wirksamkeit- und Komfortparametern sind dargestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 658.387 : 65.011.54

Hutira, T., Keisz, R. und Barcsi, L. *Der Einfluss der Steigerung des Mechanisierungsniveaus über die Struktur der Arbeitsformationen nach der Gewinnung der NE-Erze*

Die Verfassern analysieren die Korrelation zwischen dem technischen Niveau der Arbeitsmitteln und die struktur der Arbeitsformationen des Bergbauwerks Baia Sprie eine represäntative Einheit hinsichtlich die Einführung der neuen Technologien und der modernen bergmännischen Ausrüstungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 622.241 : 622.254

Pavel, A. *Die elastische, mechanische und statische Stabilität der Rohrtouren mit grosse Durchmesser*

Im Artikel werden, bis einem Entwurfniveau, die komplexe Fragen der elastiche, mechanische und statische Stabilität der Bohrtourstrukturen mit grosse Durchmesser vorgelegt. Verschiedene numerische Anwendungen sind gegebew.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

C.Z. 553.98

Balteş, N. und Moldovanu Maria *Komplexe polinologische Untersuchungen über die Perspektivelagerstätten für Kohlenwasserstoffen im zentrales Gebiet der panonische Depression.*

Die palinologische Untersuchungen der Trias, Kreide, Miozen und Pliozen Lagerstätten, welche nach einem reichen Mittel gültig für stratigraphische Ziele und Verwertung des Erdölpotentials geführt, sind hervorgehoben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981

Din preocupările și realizările Centralei minereurilor neferoase Baia Mare în primul an al cincinalului 1981—1985

Dr. ing. V. Gabrian
director general al C.M.N. Baia Mare

Anul în care ne găsim are, pentru toți oamenii muncii din țara noastră, o semnificație deosebită prin evenimentele importante sub semnul cărora s-a desfășurat activitatea în primele luni ale sale — cea de-a 60-a aniversare a Partidului Comunist Român, Congresul al II-lea al Consiliilor oamenilor muncii, a 37-a aniversare a eliberării țării — cît și prin faptul că este primul an din cincinalul calității și al eficienței.

Oamenii muncii din unitățile centralei, mineri, preparatori, constructori de mașini, cercetători, proiectanți, și-au propus ca prin eforturi susținute, printr-o muncă bine organizată, prin mobilizarea tuturor resurselor tehnico-materiale de care dispun unitățile să realizeze, în condiții cît mai bune, sarcinile de plan ale acestui an — hotărîtor pentru întreg cincinalul — și să creeze premizele obiective, din toate punctele de vedere, pentru ca sarcinile anilor următori să fie realizate în mod permanent.

Pentru realizarea sarcinilor de plan în domeniul producției și a indicatorilor de eficiență, este necesară asigurarea unei corelări corespunzătoare între aceste sarcini și situația obiectivă din fiecare unitate din punctul de vedere al bazei de materii prime, a dotării tehnice, a nivelului acestei dotări, a soluțiilor tehnice aplicate și a calității forței de muncă, a organizării și mobilizării ei; eforturile principale ale centralei și unităților ei au fost și vor fi îndreptate, și în continuare, tocmai spre aceste obiective, considerate ca prioritare.

Aceste obiective prioritare ne-am propus a le obține, în primul rînd, printr-o susținută activitate de cercetare și proiectare, de organizare mai bună a producției și a muncii, desfășurate în cadrul unei rodnice conlucrări între specialiștii din producție, cei din institutele de cercetare și proiectare, respectiv cei din unitățile de învățămînt superior de profil.

Dispunînd la începutul anului 1981 de *rezerve de minereuri* (complexe, cuprifere și aurifere) care asigurau grade de normalitate medii pe fiecare din cele trei substanțe, între 10 și 20 ani, unitățile centralei au pornit în noul an al acestui cincinal de la o situație acceptabilă din acest punct de vedere, fapt ce le-a permis să-și organizeze în mod corespunzător activitatea de extracție.

Necesitatea menținerii acestei situații corespunzătoare și pentru anii următori a impus prevederea în planul pe acest an a unui volum de 158 mil. lei pentru finanțarea activității geologice, care se va concretiza în executarea a peste 34 000 m galerii, 3 700 m suitori, 7 200 m foraje și în promovarea unui important volum de rezerve, sarcini pe care unitățile centralei le-au depășit în prima jumătate a anului. Volumul de rezerve prevăzut a se promova în acest an și în anii viitori de către unitățile centralei, împreună cu rezervele ce urmează a fi preluate de la alte trei unități (I.P.E.G. Maramureș, I.P.E.G. Cluj și I.P.E.G. Suceava) vor asigura menținerea situației actuale bune și la finele actualului cincinal și chiar îmbunătățirea ei la unele sorturi de minereu. Urmărind creșterea eficienței cercetării geologice,

paralel cu realizarea volumelor de lucrări și rezerve programate, se vor depune și în continuare eforturi pentru : reducerea costului lucrărilor, creșterea vitezelor de executare a galeriilor și suitorilor, dotarea unităților cu noi utilaje, primite de la unitățile M.I.C.M., conform programului de mecanizare întocmit pentru cincinalul 1981—1985.

Paralel, se depun eforturi ca, prin conlucrarea dintre unitățile centralei, I.P.E.G. Maramureș și unitățile constructoare de mașini din Baia Mare, să se asigure autodotarea unităților din bazin, într-un termen de 10—12 luni, cu 20 instalații de foraj de mică adîncime (100—120 m), utilaje care vor crește eficiența activității de cercetare.

Pentru pregătirea corespunzătoare a rezervelor de care dispun unitățile, se execută anual volume importante de lucrări de pregătire din fonduri de producție, peste 110 000 m planificați pe acest an, planul pe prima perioadă a anului fiind deja depășit cu 7 100 m.

Asigurînd în prezent un *grad de mecanizare* a încărcării în galerii de peste 84 %, ne propunem ca pînă la finele cincinalului să ridicăm acest nivel la 90 % pe total centrală și, mai ales, să aducem toate unitățile la un grad de mecanizare a acestor operații de peste 75 %, față de 55—65 % cît realizează unele unități în prezent. De asemenea, în programele noastre de activitate ne-am propus ca în acest cincinal să consolidăm ceea ce am realizat pînă în prezent în privința experimentării cărucioarelor de perforare, a benzilor de transport pentru încărcarea vagonetelor, a săpării suitorilor cu ajutorul găurilor lungi etc.

De un real ajutor ne va fi în acest sens faptul că, începînd din acest an, pe baza documentațiilor elaborate de I.C.P.M.N. Baia Mare, unitățile constructoare de mașini vor trece la asimilarea cărucioarelor de perforare pentru galerii, a platformelor de săpat suitori, a instalațiilor pentru săparea suitorilor cu găuri lungi, utilaje ce vor avea un aport deosebit în realizarea unui salt calitativ în domeniul executării lucrărilor miniere.

Producția de minereu extrasă din abataje se realizează în proporție de 87,1 % prin metode de mare productivitate, operațiile cu volumul cel mai mare de muncă din abataj — încărcarea și transportul — executîndu-se în prezent în proporție de numai 10 % manual. În acest an, la E.M. Baia Sprie urmează a se realiza 20 % din producție cu o nouă metodă de mare productivitate, utilizînd o mecanizare complexă cu cărucioare pentru galerii de subetaje, cărucicare pentru găuri în evantai, utilaje de mare capacitate pentru încărcare și transport, instalații de plantare a ancorelor etc. Metoda, prevăzută a se extinde în anii viitori, va asigura simultan o creștere importantă a productivității muncii și o reducere a cheltuielilor de producție cu circa 25 lei/tona de minereu extras. Această importantă realizare este rezultatul eforturilor depuse pe linie de cercetare-proiectare de către un colectiv mixt format din specialiști ce-și desfășoară activitatea în exploatare, în centrală și la institutul de cercetări și proiectări al centralei.

La Baia Borșa se extinde transportul în abataje cu mașini de încărcat și transportat cu siloz de 2,8 m^3, iar la Suior se experimentează utilaje de încărcare acționate cu motoare Diesel, în paralel cu încercarea de susținere a abatajelor cu stîlpi metalici SVJ-315 în cadrul metodei de exploatare cu rambleu, acest tip de susținere fiind deja experimentat cu succes la Baia Borșa și Rodna pentru abataje cu surpare, respectiv cu front lung.

De asemenea, la această mină este prevăzut un nou *sistem de deschidere și pregătire* (utilizînd utilaje de mare capacitate), respectiv unul de rambleiere, utilizînd rambleul hidraulic, fapt care va conduce, în anii următori, la creșterea capacității de producție și a eficienței.

La mai multe unități din cadrul bazinului experimentăm o nouă metodă de exploatare în felii verticale. Aceste experimentări au, atît un caracter fundamental, putînd conduce la o schimbare esențială a concepțiilor privind activitatea minieră subterană, cît și unul direct, aplicativ, contribuind la realizarea unor utilaje și producerea de minereu în perioada experimentărilor.

În experimentarea acestei metode își aduc aportul colective numeroase de specialiști din producție, cercetare și proiectare, care trebuie să rezolve un număr important de probleme din domeniul tehnologic și al construcției de mașini, metoda presupunînd utilaje de o concepție cu totul nouă și avînd drept obiectiv, simultan, creșterea productivității muncii, reducerea efortului fizic, îmbunătățirea condițiilor de lucru, reducerea la minim a pierderilor și diluției. Toate unitățile mi-

niere se preocupă să asigure aplicarea unor metode de exploatare cît mai bine, corelate cu condiţiile de zăcămînt, astfel încît să se realizeze simultan o productivitate ridicată, un preţ de cost redus şi o recuperare cît mai avansată a rezervelor (cu pierderi care să nu depăşească 4 — 5% pentru majoritatea exploatărilor.)

Folosind experienţa bună obţinută în anii precedenţi la E. M. Herja, celelalte unităţi din cadrul centralei se preocupă de extinderea mecanizărilor şi automatizărilor în rampele puţurilor.

Pornind de la realizările obţinute în domeniul *automatizării unor instalaţii din subteran* (staţii de pompe, staţii principale de aeraj, staţii de compresoare etc.), sînt în curs de desfăşurare cercetări, sub coordonarea I.C.P.M.N. Baia Mare, pentru extinderea automatizării la activităţi mai complexe, cu utilizarea unor calculatoare.

Pentru reducerea consumului de metal, ciment şi lemn la susţinerea lucrărilor miniere, în acest an urmează să punem în funcţiune o instalaţie experimentală, cu o capacitate de 5 000 t/an, pentru producerea de elemente de susţinere, pe baza unei tehnologii brevetate de I.C.P.M.N. Baia Mare, dintr-un material pe bază de răşini sintetice („fenoplast").

Activitatea unităţilor de preparare urmăreşte ca, pornind de la un minereu cu conţinuturi tot mai scăzute, *reducînd ponderea reactivilor de import*, asigurînd o bună utilizare a capacităţilor şi consumuri cît mai reduse, să se menţină nivelul randamentelor de extracţie şi calitatea concentratelor, pentru aceasta fiind desfăşurată o susţinută activitate de cercetare de către unităţi şi I.C.P.M.N., în special pentru minereurile mai dificile de la Leşu Ursului, Borşa, Fundu Moldovei, Ilba, Nistru, Turţ etc.

Bune rezultate s-au obţinut, de asemenea, în *extinderea măcinării autogene*, numai în anul acesta fiind puse în funcţiune noi capacităţi de măcinare autogenă la Tarniţa şi E.P. Săsar, în total peste 550 000 t/an, la fiecare tonă de minereu prelucrat obţinîndu-se o eficienţă de circa 10 lei.

Prin *tehnologii proprii brevetate şi instalaţii experimentale* realizate în cadrul acţiunilor de autodotare, am asigurat condiţii pentru o importantă reducere a consumului de metal în uzinele de preparare, realizînd un mare număr de piese de schimb din cauciuc sau din plastdurom şi înlocuind căptuşirea morilor cu elemente din oţel-mangan printr-o căptuşire cu elemente din cauciuc şi anvelope uzate. Numai în primele şase luni ale acestui an, aplicînd acest procedeu la un număr de nouă mori, s-au economisit 100 t metal şi o eficienţă de 970 000 lei.

An de an s-au *perfecţionat utilajele de preparare* şi s-au realizat modele experimentale de utilaje noi. În acest an, prin contribuţia specialiştilor din centrală şi unităţi, s-a încheiat, cu rezultate bune, experimentarea modelului unei celule de flotaţie de mare capacitate, care prezintă avantaje evidente faţă de celulele actuale, privind valoarea investiţiei, consumul de energie, cheltuielile de reparaţii şi întreţineri.

Pe baza unor preocupări de lungă durată a specialiştilor din centrală, din I.C.P.M.N. şi din unităţi s-a reuşit ca în ultimul timp să se obţină realizări în ceea ce priveşte utilizarea suprafeţelor iazurilor de decantare a sterilului scoase din funcţiune şi a taluzurilor celor încă în funcţiune, pentru cultivarea anumitor plante necesare gospodăriilor noastre anexe.

Ca urmare a unor preocupări statornice din ultimii ani, în anul 1981 vor fi finalizate, prin investiţii, unele soluţii de creştere a producţiei de cadmiu şi bismut, de obţinere în ţară a bioxidului de mangan, electrolitic, a stibiului şi a unor săruri de stibiu, cu influenţă hotărîtoare asupra diminuării importurilor.

În paralel se continuă cercetări vizînd *recuperarea unor metale însoţitoare* din minereurile noastre (wolfram, staniu, indiu), cît şi pentru realizarea altor produse ce vor contribui la reducerea importului (săruri de cadmiu, clorură de plumb, clorură de cupru, oxid de cupru, reactivi de flotaţie, diverse subansamble şi piese de schimb etc.).

Pentru anul 1981 planul prevede ca în unităţile miniere să fie *realizate investiţii* în valoare de aproape 1,5 miliarde lei şi să fie puse în funcţie fonduri fixe de circa 2 miliarde lei. Majoritatea acestor fonduri se referă la obiective productive, menite să asigure baza materială pentru realizarea sarcinilor sporite ce revin centralei în anii viitori la producţia de minereuri (neferoase şi de fier) şi metale.

Unul dintre obiectivele de cea mai mare complexitate, prin amplasament, proporţiile sale şi noutatea tehnologiilor ce se vor aplica, este cel privind valorificarea sulfului din Munţii Călimani. Datorită importanţei sale deosebite, la acest obiectiv am concentrat forţe şi mijloace din unităţile centralei, bucurîndu-ne totodată şi de un larg sprijn din afara centralei.

Alături de obiectivele industriale, în anul 1981 s-au realizat, pentru unităţile centralei, numeroase *obiective sociale* şi de protecţie a muncii, grupuri şcolare, cămine, cantine, locuinţe, diverse obiective de protecţie a mediului şi reducere a noxelor în uzinele de preparare şi miniere. Anul acesta se vor definitiva documentaţiile pentru importante obiective de investiţii ce urmează a fi începute în anul 1982, urmînd a fi puse în funcţie tot în actualul cincinal. Printre acestea : noi capacităţi de producţie de minereuri de fier şi mangan (la Delnita şi Răzoare), un mare iaz de decantare a sterilului în zona Borşa, noi sisteme de transport a minereurilor de la mine la uzinele de preparare, menite să înlocuiască transportul auto, obiective cu caracter social şi de protecţie a muncii. Se acordă o deosebită grijă elaborării acestor documentaţii, asigurării unor soluţii tehnologice, tehnice şi constructive care să conducă la o eficienţă ridicată, atît în realizarea investiţiilor, cît şi la exploatarea lor industrială. Atenţia susţinută care se acordă în prezent acestei activităţi se va resfrînge favorabil asupra realizărilor din viitor ale unităţilor centralei, în domeniul producţiei fizice şi a eficienţei, aşa cum preocupările din trecut pe linie de cercetare şi proiectare au influenţat favorabil rezultatele din acest an, cînd principalii indicatori de eficienţă economică (producţia netă, productivitatea muncii, sarcina de reducere a cheltuielilor) au fost depăşiţi.

Avansarea abatajelor frontale cu complexe mecanizate la schimbarea direcţiei stratului

Ing. **I. Gâf-Deac**
Intreprinderea minieră Lupeni

I. Generalităţi

Dificultatea exploatării unui strat de cărbune se poate aprecia măsurînd unii factori geologici, minieri sau tehnici, care apar independent de scopul propus şi care influenţează negativ rezultatul activităţii miniere.

În anumite situaţii, aceşti factori determină intervalul de timp necesar exploatării unui strat, condiţionează valorificarea rezervei şi implică soluţionarea tehnică a dificultăţilor apărute.

Dintre elementele cu influenţă în acest sens se enumeră : deranjamentele tectonice, proprietăţile fizico-mecanice ale cărbunelui şi rocilor înconjurătoare, regimul hidrologic, emanaţiile de gaze, caracteristicile geometrice ale stratului, metode de exploatare neadecvate, utilaje şi instalaţii cu parametri tehnico-constructivi incompatibili cu condiţiile geo-miniere din zonă etc.

Pînă în prezent, în activitatea de exploatare cu complexe mecanizate de abataj nu s-a făcut nici o diferenţiere între avansarea pe direcţie de-a lungul unui panou regulat din punct de vedere geometric şi avansarea într-un panou ale cărui laturi (galeria de bază şi de cap) nu sînt liniare pe toată lungimea.

Schimbarea direcţiei stratului, deci a panoului în exploatare, cere instrumentaţii suplimentare cu complexele mecanizate, obligîndu-le la o repliere cu o extremitate sau alta, ceea ce determină un grad de dificultate mai ridicat în activităţile curente din abataj. De aceea se impune stabilirea unor coeficienţi care să exprime acest grad de dificultate şi de care să se ţină seama în programarea producţiei cînd exploatarea se face în strate cu direcţii schimbate.

II. Descrierea elementelor de repliere

Operaţia de urmărire în exploatare cu un abataj mecanizat a direcţiei unui strat, schimbată excesiv, poartă denumirea de *repliere*.

Pentru un domeniu cuprins între 0 şi 90° se disting două modalităţi ale replierii :

— repliere d r e a p t a faţă de direcţia iniţială (fig. 1*a*) ;

— repliere s t î n g a faţă de direcţia iniţială (fig. 1*b*).

Replierea este unul dintre procedeele raţionale de conducere a unui abataj mecanizat, fiind însă pretenţioasă ca exactitate, solicitînd urmărire topografică permanentă.

Totodată, lucrările miniere aferente abatajului, galeriile de cap şi de bază (preabataje) trebuie executate conform noii direcţii a stratului, respectîndu-se criteriul de perpendicularitate a liniei de front pe acesta.

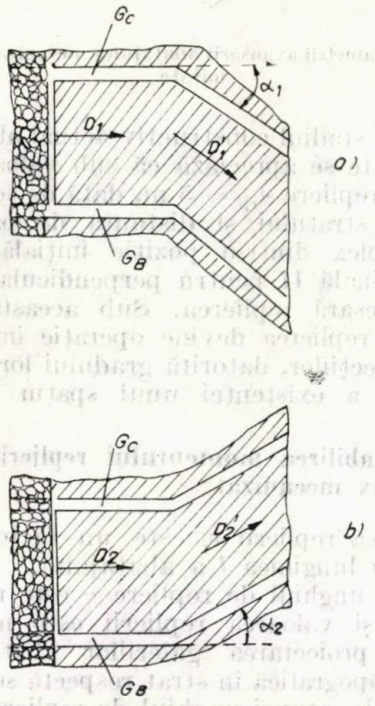


Fig. 1. Necesitatea replierii abatajului faţă de direcţia iniţială :
a — dreapta ; *b* — stînga

La metoda de exploatare în retragere se poate identifica din timp oportunitatea replierii datorită faptului că galeriile sînt săpate prealabil, în acest fel panoul sau felia fiind cercetate geologic şi precis conturate din punct de vedere minier.

Pentru metoda de exploatare în avans, mai ales în cazul stratelor cu tavan şi vatră naturală, este dificilă obţinerea unei imagini de ansamblu a panoului prin foraje de cercetare, schimbările intervenite în geometria şi geologia stratului nefiind întrutotul evidenţiate.

În unele cazuri, replierea este o consecinţă a evitării intenţionate cu abatajele a deranjamentelor tectonice pronunţate cu galerii deviate după unghiuri date.

În principiu, replierea se bazează pe avansarea cu o extremitate a abatajului, cealaltă staţionînd pînă la aducerea liniei de front în

poziție perpendiculară pe cele două galerii (fig. 2, *a* și *b*).

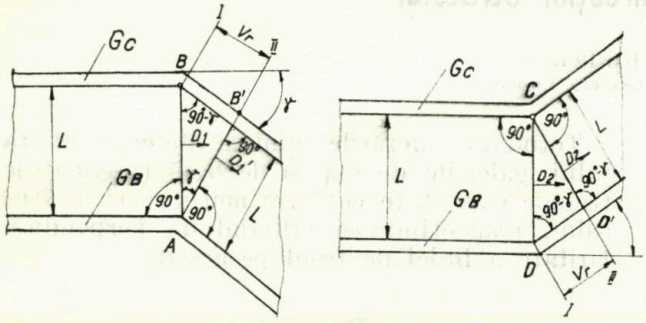


Fig. 2. Parametrii avansării abatajului mecanizat cu o extremitate

Pentru stadiul constructiv actual al susținerii mecanizate se apreciază că sub valoarea practică de repliere $v_{rp} = 5$ m, dată de schimbarea direcției stratului și distanța de parcurs de un complex dintr-o poziție inițială I într-o poziție finală II pentru perpendicularitate, nu este necesară replierea. Sub această valoare minimă, replierea devine operație implicită în păşirea secțiilor, datorită gradului lor de mobilitate și a existenței unui spațiu între ele.

III. Stabilirea momentului replierii unui complex mecanizat

Mărimea replierii v_r este un factor proporțional cu lungimea l a abatajului.

Cu cît unghiul de repliere γ este mai mare, cu atît și valoarea replierii este mai mare.

Dacă proiectarea galeriilor abatajului ca poziție topografică în strat respectă schimbarea de direcție, atunci unghiul de repliere este dat de unghiul de deviere a stratului față de direcția dată:

$$\gamma_i = \text{arc tg} \frac{v_{ri}}{l_i} \qquad (1)$$

Considerînd mai multe abataje cu lungimile l_i, funcție de schimbarea direcției stratului cu valorile γ_i, se deduce oportunitatea replierii pentru un prag valoric p stabilit (tab. 1).

$$v_{ri} \leqslant p \qquad (2)$$

Tabelul 1

Valorile replierii funcție de schimbarea direcției stratului

γ_i, l_i / v_{ri}		γ, grade					
		$\gamma_1°$	$\gamma_2°$	$\gamma_3°$	...	$\gamma_{n-1}°$	$\gamma_n°$
l_i, m	l_1	v_{r11}	v_{r12}	v_{r13}	...	v_{r1n-1}	v_{r1n}
	l_2	v_{r21}	v_{r22}	v_{r23}	...	v_{r2n-1}	v_{r2n}
	...	...	...	...	...	...	...
	l_n	v_{rn1}	v_{rn2}	v_{rn3}	...	v_{rnn-1}	v_{rnn}

Din figura 3 se obține, cu valorile unghiurilor de schimbare a direcției de avansare, momentul cînd este necesară începerea replierii abatajului, determinîndu-se astfel valoarea critică inițială a replierii, precum și valoarea unghiulară critică a acestuia.

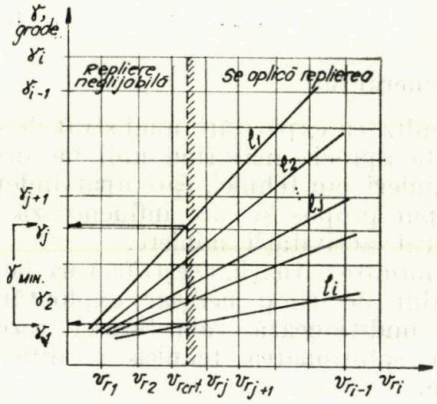


Fig. 3. Stabilirea valorilor unghiulare critice la schimbarea direcției de avansare cînd este necesară începerea replierii

În etapa de față, pe plan mondial, lungimea frecventă a abatajelor frontale susținute mecanizat se situează între 50 și 220 m.

Pe baza unor calcule simple, prin relația:

$$v_{ri} = l_i \text{ tg } \gamma_i \qquad (3)$$

se alcătuiește un tabel cu valori practice ale replierii pentru diferite lungimi de abataj (tab. 2).

Tabelul 2

Valori practice ale replierii pentru diferite lungimi de abataj

γ_i, l_i / v_{ri}		γ_i, grade						
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
l_i, m	50	0,87	1,74	2,62	3,49	4,37	(5,25)	6,13
	100	1,74	3,49	(5,24)	6,99	8,74	10,51	12,26
	150	2,61	(5,23)	7,86	10,47	13,12	15,76	18,39
	200	3,48	(6,97)	10,48	13,96	17,48	21,01	24,52

Cu aceste valori, sintetizate în figura 4, se deduce că intervalul devierii minime a direcției stratului, cînd este necesară începerea replierii abatajului, este cuprins între 2 și 6°.

Pentru abataje cu lungimi mai mari de 200 m, fiecare grad de deviere a direcției are o influență puternică asupra valorii replierii. Aceasta determină începerea replierii la unghiuri cu valori mici, de asemenea o urmărire topografică minuțioasă a poziției abatajelor.

Pentru stabilirea practică și rapidă a valorii replierii s-a alcătuit un tabel cu unghiuri de

deviere mai mari (tab. 3), cuprinzînd valori uzuale întîlnite frecvent în abatajele dotate cu complexe mecanizate.

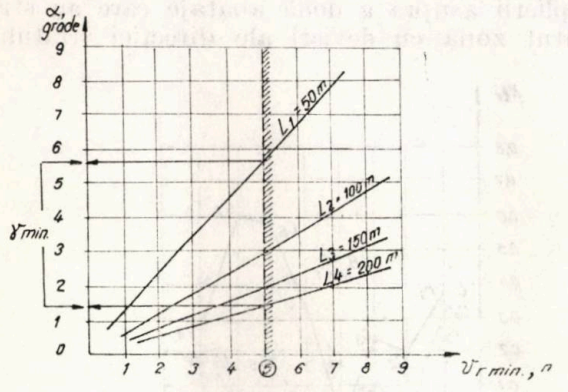


Fig. 4. Stabilirea valorilor critice practice ale unghiurilor de deviere a direcției și începerea replierii pentru abataje de lungimi cuprinse între 50 și 200 m

Tabelul 3

Valori mari ale unghiurilor de deviere a direcției de avansare corelate cu mărimea replierii

γ_{ri} / l_i, m	γ_i, grade								
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
50	4,37	8,81	13,39	18,19	23,31	28,86	35,01	41,95	50,00
100	8,74	17,63	26,79	36,39	46,63	57,73	70,02	83,91	100,00
150	13,12	26,43	40,17	54,57	69,93	86,58	105,03	125,85	150,00
200	17,48	35,24	53,56	72,76	93,24	115,44	140,04	167,80	200,00

În același timp, din figura 5 se pot deduce și alte valori ale replierii pentru diferite lungimi de abataj.

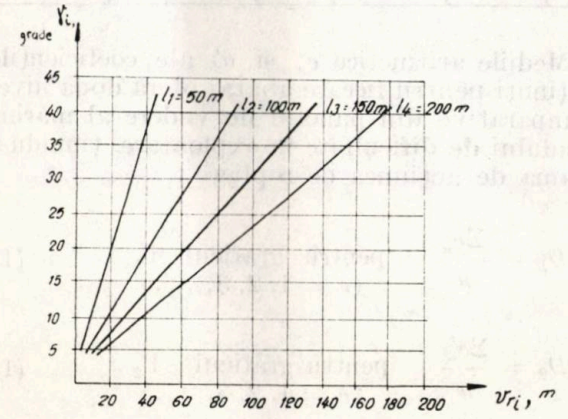


Fig. 5. Valori ale replierii pentru unghiuri mari de deviere a direcției de avansare la diferite lungimi de abataj

IV. Măsurarea replierii

Această operație este utilă pentru a aprecia gradul de dificultate a exploatării, prin coeficienți de influență asupra indicatorilor tehnico-economici proiectați într-un panou de lungime L_p.

Măsurarea replierii poate fi făcută cu ajutorul a doi factori:

S_r reprezintă suprafața de repliere, m²;

L_r — lungimea replierii, m.

În figura 2 segmentul $\overline{AB}$ se constituie, în mod real, într-o rază de valoare l, care mătură unghiul γ din poziția I în poziția a II-a, determinînd arcul de cerc $\overset{\frown}{BB'}$. Datorită faptului că nu se cuplează sau decuplează vreo secție a complexului propriu-zis și între scuturi nu există un spațiu variabil acoperit de tablele de etanșare, arcul de cerc $\overset{\frown}{BB'}$ poate fi asimilat, pentru un asemenea unghi mic, cu segmentul $\overline{BB'}$.

Cu această specificație, suprafața de repliere are expresia:

$$S_r = \frac{1}{2} \cdot l \cdot v_r \tag{4}$$

Drept lungime a replierii se stabilește L_r, media avansării abatajului în ansamblu pe zona deviată ca direcție:

$$L_r = \frac{1}{2} v_r \tag{5}$$

Generalizînd pentru n poziții de repliere, într-un panou sau felie în exploatare, se obține:

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} l \cdot v_{ri} \tag{6}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} l_i \cdot v_{ri} \tag{7}$$

unde:

S_1 este suprafața totală repliată cu un abataj de-a lungul panoului sau feliei;

S_2 — suprafața totală repliată cu mai multe abataje, avînd lungimi de front diferite, de-a lungul panourilor sau feliilor în exploatare.

În același timp:

$$L_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} v_{ri} \tag{8}$$

$$L_2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} v'_{r_i} \tag{9}$$

în care :

L_1 este lungimea totală a replierii pentru un abataj ;

L_2 — lungimea totală a replierii pentru un grup de abataje cu lungimi de front diferite ;

v'_{r_i} — valori ale replierii pentru mai multe abataje cu lungimi diferite de front.

Ţinînd seama de lungimea pe direcţie a panoului sau feliei în exploatare sau influenţa operaţiei de repliere, se stabilesc următorii coeficienţi :

$$K_1 = \frac{S_1}{S_p} \tag{10}$$

$$K_2 = \frac{S_2}{\sum_{i=1}^{n} S_{p_i}} \tag{11}$$

în care :

K_1 este coeficientul de repliere funcţie de mărimea suprafeţei repliate pentru un abataj ;

K_2 — coeficientul de repliere funcţie de mărimea suprafeţei repliate pentru un grup de abataje ;

S_p — suprafaţa panoului în exploatare ;

S_{p_i} — suprafeţe ale mai multor panouri în exploatare.

De asemenea :

$$K_3 = \frac{L_1}{L_p} \tag{12}$$

$$K_4 = \frac{L_2}{\sum_{i=1}^{n} L_{p_i}} \tag{13}$$

în care :

K_3 este coeficientul de repliere funcţie de lungimea replierii (mărimea avansării abatajului mecanizat în zona repliată) ;

L_p — lungimea pe direcţie a panoului în exploatare ;

K_4 — coeficientul de repliere funcţie de mărimea lungimilor repliate ca valori de avansare a unui grup de abataje ;

L_{p_i} — lungimea pe direcţie a panourilor în exploatare.

Aceşti coeficienţi adimensionali, cu cît au valoarea mai mare, cu atît sînt mai dăunători ; pe grafice proprii, trasate cu valorile lor, ei oferă amplitudini semnificative. Diferenţele mari de amplitudine pe grafic denotă că secţiile de susţinere mecanizată sînt solicitate la schimbări frecvente ale direcţiei de avansare şi media coeficienţilor de repliere este ridicată, ceea ce implică un volum însemnat de instrumentaţii şi o sporire a gradului de dificultate în exploatare.

Pe baza unor date măsurate (tab. 4) şi sintetizate în figura 6 se poate aprecia influenţa replierii asupra a două abataje care au străbătut zona cu devieri ale direcţiei stratului.

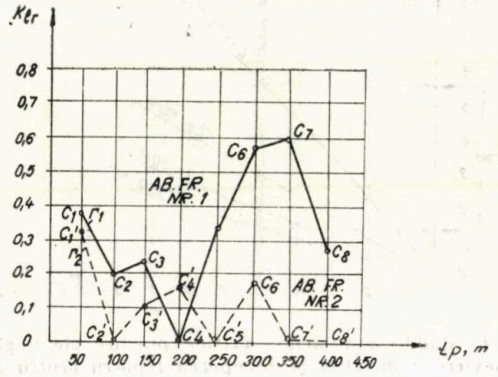


Fig. 6. Graficul coeficienţilor de lungime a replierii cu comparaţie între două abataje frontale

Tabelul 4

Exemplu practic cu valori comparative ale coeficienţilor de lungimea replierii pentru două abataje

Lp_1, m lungime panou 1		AB. F.P. NR. 1		Lp_2 [m] lungime panou 2		AB. F.P. NR. 2	
TRONSON	CUMULAT	LUNGIME REPLIERE L_r, m	$\frac{L_r}{Lp_1}$	TRONSON	CUMULAT	LUNGIME REPLIERE L_r, m	$\frac{L_r}{Lp_2}$
50	50	21	0,420	50	50	16	0,320
50	100	10	0,200	50	100	0	0,000
50	150	13	0,260	50	150	5	0,100
50	200	0	0,000	50	200	8	0,160
50	250	15	0,300	50	250	0	0,000
50	300	29	0,580	50	300	9	0,180
50	350	30	0,600	50	350	0	0,000
50	400	13	0,260	50	400	0	0,000

Mediile aritmetice c_n şi c'_n ale coeficienţilor obţinuţi pentru fiecare abataj oferă două nivele comparative din punctul de vedere al mărimii gradului de dificultate în exploatare, ţinîndu-se seama de acţiunea de repliere :

$$D_1 = \frac{\Sigma c_n}{n} \quad \text{pentru graficul } \Gamma_1 \quad (n = 1, 2, 3, \ldots) \tag{14}$$

$$D_2 = \frac{\Sigma c'_n}{n} \quad \text{pentru graficul } \Gamma_2 \quad (n = 1, 2, 3, \ldots) \tag{15}$$

D_1 şi D_2 reprezintă coeficienţi de dificultate ai exploatării panoului sau feliei, daţi de operaţiile de repliere ;

c_n şi c'_n — coeficienţi de repliere ;

n — numărul operaţiilor de repliere în panoul sau felia în exploatare.

În concluzie:

pentru : $D_1 > D_2$ (16)

— abatajul 1 are un grad de dificultate în exploatare mai mare;

pentru : $D_1 = D_2$ (17)

— ambele abataje au aceleași mărimi de repliere și, din acest punct de vedere, au același grad de dificultate în exploatare;

pentru : $D_1 < D_2$ (18)

— abatajul 2 are un grad de dificultate în exploatare mai mare.

În mod asemănător se procedează și la evaluarea influenței replierii, folosind suprafața de repliere.

Tabelul 5

Valori comparative ale coeficienților de suprafață a replierii pentru două abataje

$S_{p_1} \cdot 10^3, m^2$ Suprafață panou 1		AB. FR. Nr. 1		$S_{p_2} \cdot 10^3, m^2$ Suprafață panou 2		AB. FR. Nr. 2	
TRONSON	CUMULAT	Suprafețe de repliere $S_r \cdot 10^3$	$\frac{S_r}{S_p}$	TRONSON	CUMULAT	Suprafață de repliere $S_r \cdot 10^3$	$\frac{S_r}{S_p}$
5	5	2,3	0,46	5	5	1,5	0,30
5	10	2	0,40	5	10	0	0,00
5	15	1,5	0,30	5	15	1	0,20
5	20	1	0,20	5	20	0	0,00
5	25	0	0,00	5	25	1,2	0,24
5	30	2,8	0,56	5	30	1	0,20
5	35	3,1	0,62	5	35	0	0,00
5	40	0	0,00	5	40	1,4	0,28

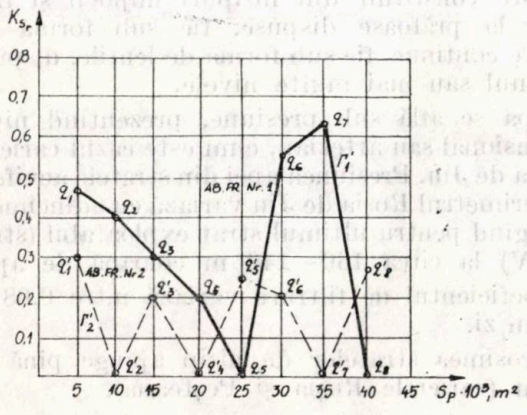


Fig. 7. Graficul coeficienților suprafețelor de repliere pentru două abataje mecanizate

Cu datele din tabelul 5 s-a trasat graficul din figura 7 pentru aceleași abataje considerate în exemplul practic, obținîndu-se:

$$D_3 = \frac{\Sigma q_n}{n} \quad \text{pentru graficul } \Gamma_1' \quad (n = 1, 2, 3, \ldots) \tag{19}$$

$$D_4 = \frac{\Sigma q_n'}{n} \quad \text{pentru graficul } \Gamma_2' \quad (n = 1, 2, 3, \ldots) \tag{20}$$

în care:

D_3 și D_4 — coeficienți de dificultate ai exploatării dați de operațiile de repliere (suprafețe);

q_n și q_n' — valoarea coeficienților de repliere a suprafețelor;

n — numărul de operații de repliere a suprafețelor.

Prin rezultate comparative, date de relațiile:

$$D_3 > D_4 \tag{21}$$

$$D_3 = D_4 \tag{22}$$

$$D_3 < D_4 \tag{23}$$

se pot trage concluzii privind mărimea dificultății de exploatare a celor două abataje.

Se observă că acești coeficienți de apreciere a gradului de dificultate în exploatare cu ajutorul suprafeței de repliere dau rezultate asemănătoare cu coeficienții obținuți cu ajutorul lungimii de repliere numai cînd lungimile de front ale celor două abataje sînt egale. Pentru abatajele cu lungime de front mai mare, suprafața măturată de raza după care decurge replierea este mai mare, cu consecințe în valoarea coeficienților stabiliți anterior.

Problematica analizată poate fi generalizată pentru mai multe abataje, iar obținerea unor coeficienți și mai reprezentativi, privind influența replierii, se face introducînd în relațiile de calcul și ceilalți parametri de exploatare a abatajelor: înălțimea de lucru, performanțele tehnicii din dotare cu toate consecințele acestora, proprietățile fizico-mecanice ale stratului și rocilor înconjurătoare.

Concluzii

Replierea este o operație cu influență însemnată în activitatea de exploatare a unui strat.

Coeficienții de repliere, funcție de lungime și suprafață, trebuie aplicați în ansamblu asupra parametrilor tehnico-productivi proiectați la exploatarea unui panou sau a unei felii, astfel încît în final corectarea cu aceștia să evalueze realist producția obținută într-un interval de timp.

Pînă în prezent, o asemenea aplicare nu a fost făcută la nici o mină; este totuși cert faptul că între două abataje complex mecanizate, din care unul cu o avansare liniară pe direcție, iar celălalt avînd direcții frecvent deviate, există diferențe privind dificultatea exploatării propriu-zise.

Perfecționarea metodei descrise, calculul și aplicarea ei aduce un plus în cunoașterea pe ansamblu a activității de mecanizare complexă a operațiilor din subteran, evaluează realist situațiile concrete, contribuie la o mai bună conducere a abatajelor.

Exploatarea stratelor de lignit adiacente carierelor, cantonate sub nivel hidrostatic, prin lucrări miniere subterane aplicînd metoda de deschidere combinată carieră-subteran

Ing. **Gh. Bujac**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Scurtă descriere geologică și hidrogeologică

Formațiunile geologice care alcătuiesc regiunea Jiu-Motru aparțin neogenului și cuaternarului. Neogenul este reprezentat prin etajele pliocene : ponțian, dacian și levantin.

P o n ț i a n u l este etajul care suportă formațiunea productivă și nu apare la suprafață, fiind întîlnit numai în forajele de referință. Este constituit din marne vineții, compacte, pe alocuri nisipoase.

D a c i a n u l este reprezentat prin marne compacte cenușii, pe alocuri gălbui, nisipuri cenușii-gălbui, argile cărbunoase și strate de lignit. Depozitele daciene au o grosime de 300—500 m. Dacianul cuprinde stratele de lignit I—VII, numerotate în ordinea stratigrafică.

L e v a n t i n u l este alcătuit dintr-o alternanță de nisipuri, argile, argile nisipoase și strate de lignit. El cuprinde stratele de lignit VIII—XVII, numerotate în ordine stratigrafică.

C u a t e r n a r u l este reprezentat prin depozitele de terasă ale rîurilor și afluenților acestora.

Caracterul de subsidență pe care l-a avut bazinul de sedimentare explică numărul mare de strate de cărbune care se întîlnesc în dacian și levantin. Dintre stratele de lignit intercalate în depozitele daciene se exploatează stratele V, VI și VII în zona Rovinari (carierele Rovinari Est, Girla, Tismana), cariera Roșia de Jiu, cariera Pește ana, carierele Jilț Sud și Jilț Nord, cariera Lupoaia, perimetrul viitoarei cariere Roșiuța, precum și stratele V și VI ce se exploatează prin lucrări miniere subterane în perimetrul minei Lupoaia.

Dintre stratele de lignit aparținînd depozitelor levantine se exploatează stratele VIII, IX, X și XII prin cariere (în perimetrele unde acestea există) și cu precădere stratele VIII și X prin lucrări miniere subterane și mai puțin stratele IX și XII (mina Ploștina, Tehomir).

Cu toate condițiile hidrogeologice mai grele, în categoria rezervelor de bilanț sînt incluse și rezervele din stratele VI, VII Horăști, V, VI și VII Ploștina, stratul VI Leurda, stratele V, VI și VII Pinoasa.

Înclinarea stratelor este cuprinsă între 2 și 10°.

Zăcămîntul are o tectonică simplă formată, în general, din falii cu pas de la zeci de cm pînă la 8—12 m, orientate în general E—V.

Cercetările întreprinse au pus în evidență existența a trei orizonturi acvifere și anume :

- orizontul acvifer freatic din depozitele aluvionare cuaternare ;
- orizontul acvifer sub presiune sau cu nivel liber după cum stratul acvifer se află deasupra sau sub nivelul de eroziune local a nisipurilor cuprinse în complexul cărbunos ;
- orizontul acvifer artezian principal din culcușul stratului 4.

Din punctul de vedere al exploatării subterane, interesează orizontul acvifer sub presiune din complexul cărbunos, precum și orizontul artezian sub presiune din culcușul stratului IV, în măsura în care acesta poate alimenta, prin intermediul deranjamentelor tectonice, stratele de nisip acvifer din complexul cărbunos sau datorită presiunii sale poate produce fisurarea culcușului ultimului strat exploatabil și, prin aceasta, inundarea minei.

Ca urmare vom face o scurtă descriere a acestora.

Orizontul din complexul cărbunos

Este constituit din nisipuri mijlocii și fine pînă la prăfoase dispuse, fie sub formă de strate continue, fie sub formă de lentile, dispuse în unul sau mai multe nivele.

Apa se află sub presiune, prezentînd nivel ascensional sau artezian, cum este cazul carierei Roșia de Jiu. Presiunea apei din stratele acvifere în perimetrul Roșia de Jiu variază cu adîncimea, ajungînd pentru ultimul strat exploatabil (stratul V) la circa 130—140 m coloană de apă.

Coeficientul de filtrare variază între 0,08 și 4,6 m/zi.

Grosimea stratelor de nisip ajunge pînă la 20 m (carierele Roșia și Pește ana).

Orizontul artezian principal

În culcușul stratului IV cărbune se află cel mai puternic orizont acvifer, cantonat în nisipurile din partea inferioară a dacianului. Grosimea orizontului nisipos este de pînă la 100 m, iar intervalul dintre stratele IV și III de cărbune este de circa 20 m.

Orizontul artezian are o răspîndire regională în tot cuprinsul Olteniei. Domeniul de alimentare a acestui orizont se află de-a lungul limitei ponțian-dacian.

Stadiul valorificării lignitului cu condiții hidrogeologice grele în Oltenia

Caracteristica principală a stratelor de lignit este aceea că, atît în culcușul, cît și în acoperișul acestora se află cantonate nisipuri acvifere care au o extindere mai mare, prezintă presiuni mai ridicate (140—180 m col. apă) și debite sporite atunci cînd stratele de lignit se află sub nivelul de eroziune.

Pînă în prezent, valorificarea stratelor cu condiții hidrogeologice grele s-a făcut prin exploatarea în carieră, metodă care dispune de procedee de asecare cu eficiență sporită.

Astfel, s-au deschis sau sînt în deschidere carierele (Gîrla, Rovinari Est, Tismana, Roșia Jiu, Peșteana, Jilț Sud, Lupoaia) a căror rezerve în majoritate (cca. 100% pentru carierele de luncă și 70—80% pentru carierele din zona colinară) sînt cantonate sub nivelul de eroziune, adică cu condiții hidrogeologice grele.

Limita exploatării la zi a cărbunelui în Oltenia o constituie raportul de acoperire și mai puțin adîncimea sau condițiile geologice. Acestea din urmă constituie barieră numai în cazul orizontului artezian principal care imobilizează rezervele stratelor I—IV (presiune, în unele cazuri, 160—200 m col. apă) dar a căror putere este mică (strate subțiri, în unele cazuri cu extindere locală).

În aceste condiții, cu excepția unei singure cariere (Peșteana Sud), restul carierelor se dezvoltă pînă la culcușul stratului V, coborînd circa 45—130 m și local mai mult sub nivelul de eroziune. Un profil NE—SV prin cariera Roșia de Jiu poate clarifica, atît adîncimea de exploatare, cît și condițiile hidrogeologice ale zăcămîntului (fig. 1).

Din totalul rezervelor de bilanț din Oltenia, 40% se extrag prin cariere și 60%, în care sînt cuprinse și unele rezerve sub nivelul de eroziune, se extrag prin lucrări miniere subterane.

Pînă în prezent, în majoritate, exploatarea subterană a lignitului s-a dezvoltat în stratele de deasupra nivelului general de eroziune.

Dacă admitem că în medie 75% din rezervele perimetrelor carierelor se află sub nivelul de eroziune, rezultă că 30% din rezerva totală reprezintă rezerva de cărbune cu condiții hidrogeologice grele și foarte grele, ce este programată să se extragă prin cariere.

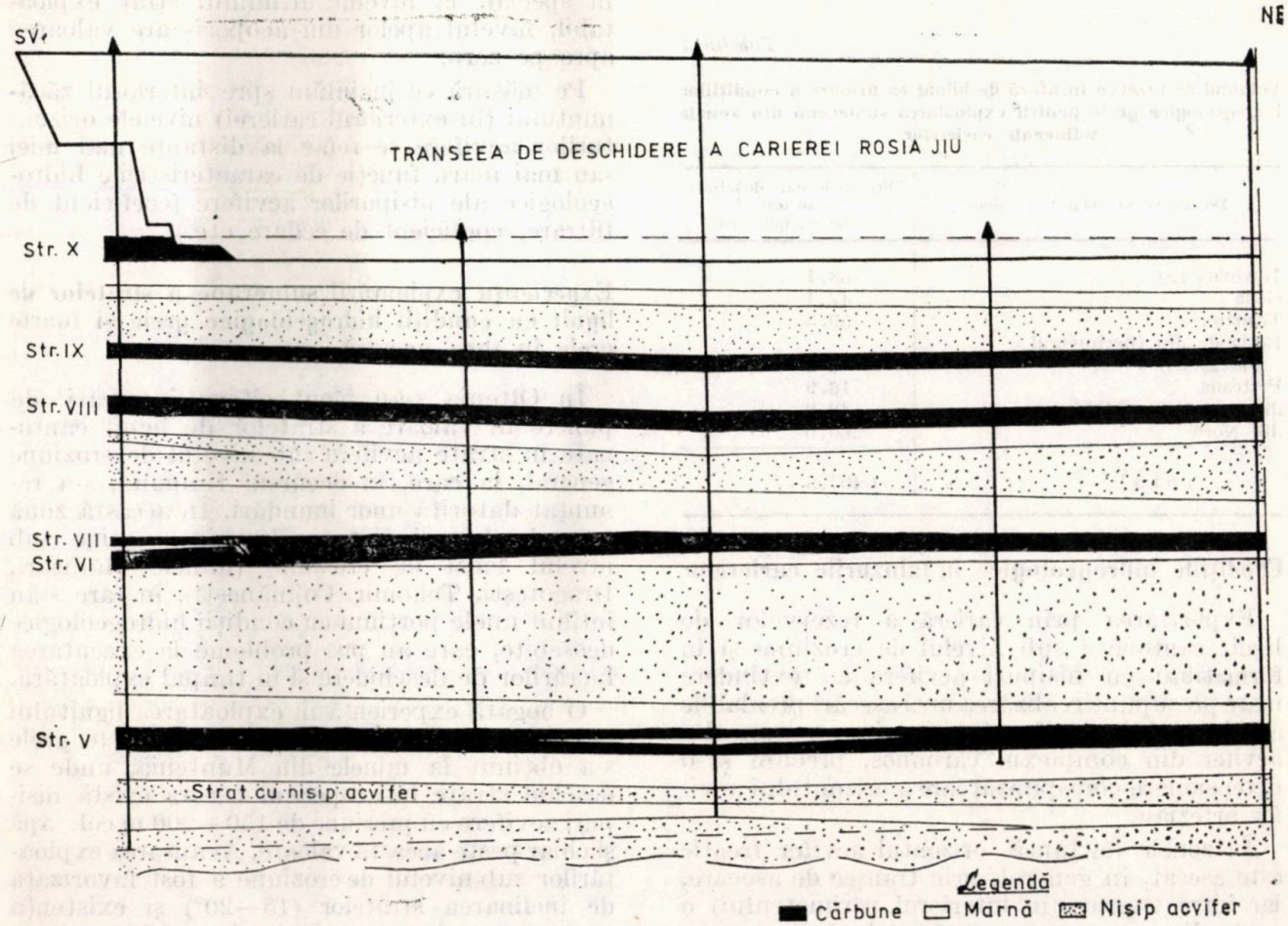


Fig. 1. Profil geologic prin cariera Roșia de Jiu

În aceste condiţii se pune întrebarea: ce se întîmplă cu stratele de lignit din zonele adiacente carierelor?

Răspunsul la această întrebare este următorul: rezervele de lignit sînt categorisite, în mare majoritate, în afară de bilanţ, fie că reprezintă pierderi de exploatare în taluzurile marginale ale carierei, fie că se află în pilierii de siguranţă a unor obiective (cursuri de apă, căi de comunicaţii, sate etc.), dar în cea mai mare parte figurează în afară de bilanţ, întrucît pentru condiţiile hidrogeologice grele şi foarte grele nu există metode de asecare, deschidere şi exploatare subterană care să ducă la o extracţie rentabilă.

Pentru cariere, rezervele de lignit în afară de bilanţ, datorită condiţiilor hidrogeologice grele şi foarte grele, sînt de circa 1 400 mil. tone (tab. 1). Considerînd că numai 50% din volumul acestor rezerve întrunesc condiţiile de grosime pentru exploatarea mecanizată subterană, în condiţiile diversificării complexelor mecanizate, iar din acestea 30% reprezintă pierderi de exploatare în pilierii lucrărilor miniere, rezultă că, făcînd abstracţie de condiţiile hidrogeologice, s-ar valorifica minimum 450 mil. tone.

Tabelul 1

Volumul de rezerve în afară de bilanţ ca urmare a condiţiilor hidrogeologice grele pentru exploatarea subterană din zonele adiacente carierelor

Denumirea carierei (perimetrului)	Rezerve în afară de bilanţ cu grosime mai mare de 1,3 m, mil. tone
Rovinari Est	68,1
Gîrla	42,1
Tismana	59,3
Roşia de Jiu (perimetrul Fărcăşeşti)	116,2
Peşteana	716,9
Jilţ Sud (mina Mătăsari)	142,9
Jilţ Nord	260,0
Total	1 403,5

Condiţiile hidrogeologice în taluzurile carierelor

Exploatarea prin carieră a rezervelor de lignit cantonate sub nivelul de eroziune şi în formaţiuni cu nisipuri acvifere cu extindere mare presupune realizarea unei asecări prealabile a orizontului acvifer freatic şi a orizontului acvifer din complexul cărbunos, precum şi o detensionare corespunzătoare a orizontului acvifer artezian.

În zonele de luncă, orizontul acvifer freatic este asecat, în general, prin tranşee de asecare, iar între tranşee (în interiorul perimetrului) o parte din ape se scurg în forajele de asecare a orizontului acvifer din complexul cărbunos.

Orizontul acvifer din complexul cărbunos este asecat numai prin foraje echipate cu pompe submersibile, dată fiind grosimea şi adîncimea mare a stratelor acvifere.

Orizontul acvifer artezian se detensionează prin foraje echipate cu pompe submersibile cu debite şi presiuni mari, amplasate pe conturul carierei, capabile să reducă nivelul apelor pînă la culcuşul celui mai adînc strat ce se exploatează, admiţîndu-se o depăşire a nivelului apei arteziene a culcuşului cu maximum 20% din grosimea ecranului protector dintre culcuş şi orizontul artezian.

Pentru crearea stabilităţii taluzurilor laterale ale carierei este necesar ca, atît asecarea orizontului din complexul cărbunos, cît şi detensionarea orizontului artezian să fie realizate în aceleaşi condiţii ca în perimetrul carierei, în care scop reţeaua de foraje este realizată în afara limitei carierelor.

În condiţiile realizării deschiderii unei cariere pe toată adîncimea sa, însăşi cariera realizează o zonă depresionară în care se scurg apele din stratul acvifer freatic şi din complexul cărbunos. Taluzul carierei, interceptînd toate stratele acvifere, creează o drenare a acestora, asecîndu-le. Aşadar, la baza taluzurilor treptelor şi, în special, la nivelul ultimului strat exploatabil, nivelul apelor din acoperiş are valoarea aproape zero.

Pe măsură ce înaintăm spre interiorul zăcămîntului (în exteriorul carierei) nivelele orizonturilor acvifere se refac la distanţe mai mici sau mai mari, funcţie de caracteristicile hidrogeologice ale nisipurilor acvifere (coeficient de filtrare, coeficient de cedare etc.).

Experienţa exploatării subterane a stratelor de lignit cu condiţii hidrogeologice grele şi foarte grele în ţara noastră

În Oltenia s-au făcut cîteva încercări de punere în valoare a stratelor de lignit cantonate în strate acvifere sub nivelul de eroziune general, la care, în decursul timpului, s-a renunţat datorită unor inundări. În această zonă s-au deschis şi sînt în deschidere mine sub nivelul local de eroziune (minele Mătăsari, Dragoteşti, Tehomir, Cojmăneşti), în care s-au întîlnit unele porţiuni cu condiţii hidrogeologice deosebite, care au pus probleme la executarea lucrărilor de deschidere şi în timpul exploatării.

O bogată experienţă în exploatarea lignitului cu condiţii hidrogeologice grele şi foarte grele s-a obţinut la minele din Muntenia, unde se deschid strate în acoperişul cărora există nisipuri acvifere cu presiune de 150—200 m col. apă şi chiar peste această valoare. Avansarea exploatărilor sub nivelul de eroziune a fost favorizată de înclinarea stratelor (15—20°) şi existenţa unor ecrane de protecţie mari, astfel că executarea lucrărilor de deschidere pe înclinare în

strat pînă la orizontul inferior permite asecarea gravitațională a nisipurilor acvifere din acoperiș prin filtre de cădere executate din galeriile de bază.

Față de zăcămîntul de lignit din Muntenia, zăcămîntul de lignit din Oltenia prezintă următoarele deosebiri esențiale :

- stratele au o înclinare mai mică, în general sub 10°, frecvent 2—5° ;
- ecranul protector de argilă are grosime mai mică, în frecvente cazuri chiar nu există, nisipurile acvifere fiind în contact direct cu stratul de cărbune, atît cele din acoperiș, cît și cele din culcuș, mai ales în cazul stratelor din profunzime (cazul stratelor V—VI din zona Roșia — Fărcășești).

Caracteristica principală a stratelor de lignit din țara noastră este că rezistența lignitului este mai mare decît rezistența rocilor înconjurătoare. Aceasta favorizează executarea lucrărilor miniere în strat, din care, prin filtre de cădere sau filtre penetrante, se face asecarea nisipurilor acvifere din acoperiș și detensionarea nisipurilor acvifere din culcuș, operație ce se face paralel cu executarea lucrărilor miniere și care permite avansarea lucrărilor miniere, fără pericol de inundare.

Dacă lucrările miniere ce se execută în strat (galerii, plane înclinate) au condiții mai bune, executarea lucrărilor miniere de deschidere, pentru accesul la strat, întîmpină mari dificultăți din cauza nisipurilor acvifere pe care trebuie să le traverseze. Pentru efectuarea acestor lucrări se folosesc metode speciale (asecare prealabilă, executarea puțurilor cu trusă tăietoare, foraj, congelare etc.), metode costisitoare și de durată.

Se remarcă deci că în stratele de lignit cu condiții hidrologice grele și foarte grele, lucrările de deschidere pentru asigurarea accesului la stratele de lignit reprezintă partea cea mai importantă și că de succesul realizării acestora depinde posibilitatea valorificării acestor zăcăminte.

Contribuția exploatării la zi asupra posibilității exploatării subterane a stratelor de lignit cu condiții hidrogeologice grele și foarte grele din taluzul acestora

Se remarcă faptul că în taluzul carierei stratele de nisip sînt asecate sub efectul sistemului de asecare a carierei, precum și ca efect al creării acesteia, iar stratele de cărbune sînt accesibile prin lucrările miniere ale exploatării la zi. Practic accesul la strat este realizat din carieră, nemaifiind necesare alte lucrări de deschidere de acces la zăcămînt. Ceea ce se impune în evoluția carierei este aplicarea unei tehnologii de depunere a sterilului la haldarea interioară astfel încît să se mențină accesul la strat sub forma unei zone libere (fig. 2). În acest fel executarea lucrărilor miniere de acces la strat nu mai constituie o problemă, accesul rezultînd prin tehnologia de depunere a sterilului, prin menținerea unei tranșee deschise de dimensiuni reduse la vatră în zona cea mai favorabilă executării lucrărilor miniere subterane de deschidere pe strat. În acest caz se impune executarea numai a lucrărilor miniere subterane în strat : galerii direcționale (plane înclinate), galerii de panou și lucrări de pregătire.

Descrierea metodei de deschidere combinate carieră-subteran, pentru exploatarea stratelor cu condiții hidrogeologice grele și foarte grele

Lucrările de deschidere constau din :

— tranșeea de deschidere pentru legătura cu lucrările miniere subterane, care se menține în halda interioară a carierei ;

— lucrările miniere de deschidere subterane ;

— lucrări pentru asecarea stratelor acvifere din acoperișul stratelor de cărbune și lucrări pentru detensionarea stratului acvifer artezian.

Se menționează faptul că ansamblul lucrărilor carieră-mină trebuie să facă obiectul proiectului de exploatare, atît prin carieră, cît și prin lucrări miniere subterane.

Tranșeea pentru deservirea minei, ca lucrare minieră de deschidere, se sapă în cadrul descopertei carierei, cînd sterilul rezultat din aceasta se haldează exterior.

La trecerea la haldarea interioară în carieră, în perimetrul haldei se vor menține tranșee care deservesc exploatările miniere subterane. Amplasarea tranșeelor pentru deservirea minei trebuie să se facă prin proiect, ținînd seama de :

— mărimea cîmpului minier subteran ;

— existența deranjamentelor tectonice ;

— extinderea pe anumite direcții a cîmpului minier subteran ;

— posibilitatea cuprinderii unor perimetre cît mai mari pentru exploatarea subterană, prin amplasarea mai multor tranșee de deschidere pe conturul stabil al carierelor (taluzurile laterale și taluzul definitiv, opus fronturilor în care înaintează cariera) ;

— posibilitatea executării lucrărilor miniere subterane în fiecare strat, pe măsura deschiderii în adîncime a carierei, și posibilitatea unirii acestora într-un complex funcțional unic după terminarea deschiderii.

La proiectarea carierei, respectiv la dimensionarea treptelor carierei, trebuie să se țină seama de posibilitatea amplasării lucrărilor miniere subterane, astfel încît executarea acestora să se poată realiza paralel cu deschiderea în adîncime a carierei. Pe treptele din care urmează să se sape lucrări miniere subterane, trebuie supramărite bermele, astfel încît să existe spațiul necesar realizării lucrărilor.

Pe una din laturile tranşeei de deservire a minei se va amenaja un plan înclinat de acces pînă la ultimul strat pe care se vor monta benzi de cărbune şi căi ferate pentru transportul materialelor necesare fiecărui orizont colector de cărbune.

Pe vatra tranşeei de deschidere care deserveşte mina se amenajează :

- suprafeţe pentru depozite de materiale;
- staţie principală de pompe dimensionată pentru evacuarea apelor din precipitaţiile atmos-

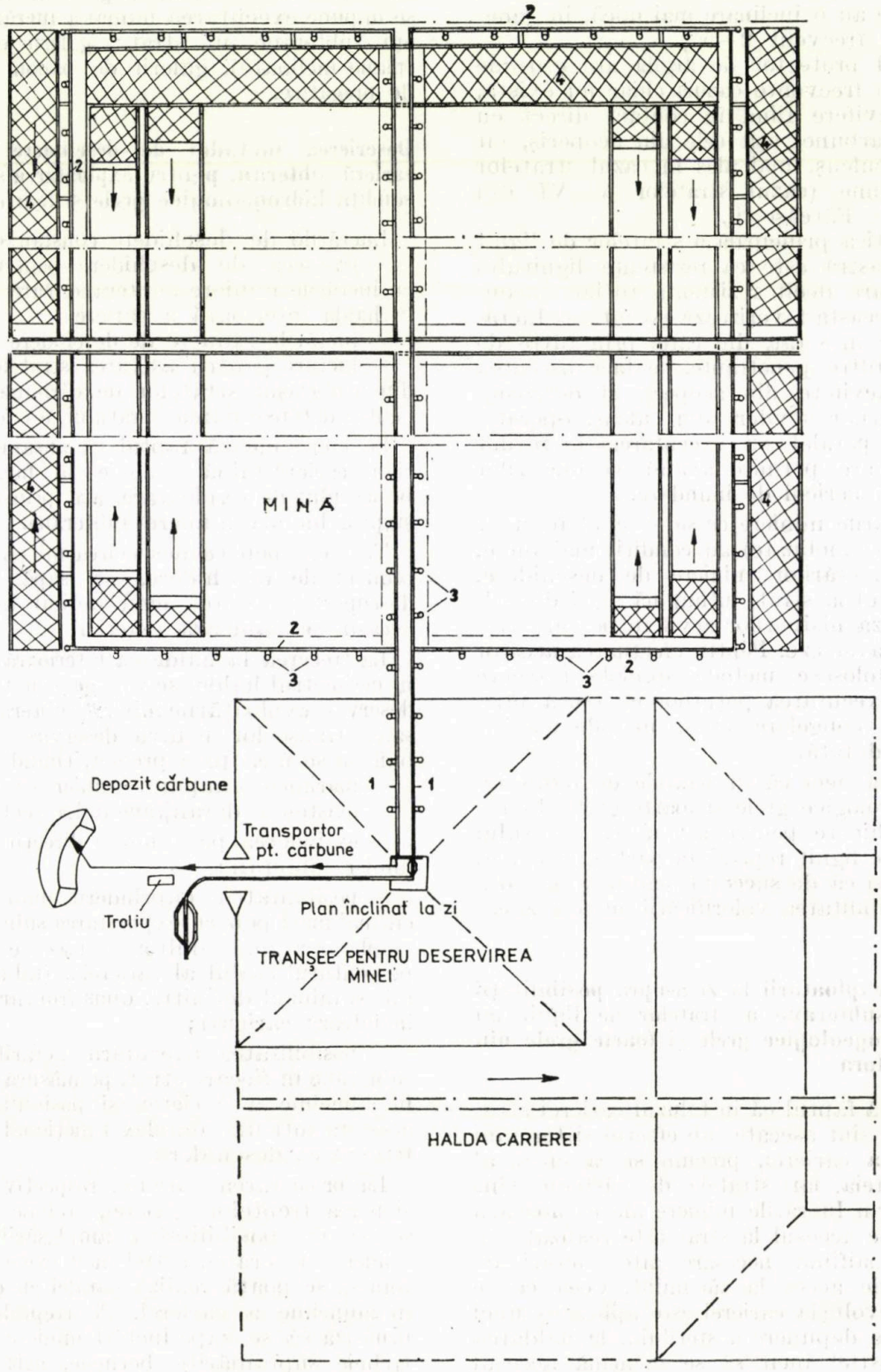


Fig. 2. Complex minier carieră-mină :
1 — galerie de deschidere; 2 — galerie de asecare de contur; 3 — nişă cu foraj de asecare; 4 — abataje de contur

ferice, precum și a celor provenite din asecarea și detensionarea stratelor arteziene :

● stație trafo pentru alimentarea minei cu energie electrică.

Lucrările miniere subterane, respectiv galeriile direcționale gemene sau planele înclinate, se pot ataca direct din taluzul carierei, adică dintr-o zonă în care condițiile hidrogeologice sînt favorabile, fiind create prin efectul carierei. Așa cum s-a arătat mai sus, pe măsură ce ne îndepărtăm de carieră și înaintăm spre interiorul zăcămîntului, orizonturile acvifere se refac (fig. 3). Din această cauză, pe măsura realizării lucrărilor miniere de deschidere în strat, este necesar să se execute și lucrările de asecare care, în cazul stratelor cu condiții hidrogeologice grele și foarte grele, constau din :

— lucrări miniere subterane de deschidere în strat, respectiv nișe de 2—3 m, din care se execută foraje de cădere și foraje de detensionare în culcușul lucrării miniere ;

— lucrări miniere speciale de asecare pe conturul cîmpului minier din care să se execute foraje pentru asecarea și detensionarea stratelor cu nisipuri acvifere ; acestea au scopul de a intercepta orizonturile acvifere pentru a proteja cîmpul minier împotriva pătrunderii apelor din exteriorul său.

Densitatea forajelor și a diametrului acestora depinde, în principal, de volumul de apă necesar de evacuat, caracteristicile hidrogeologice ale nisipurilor acvifere și timpul de asecare.

Lucrările miniere de deschidere în stratele de cărbune se pot executa pe fiecare strat din taluzul carierei sau se pot executa în interiorul zăcămîntului din lucrările miniere săpate din tranșeea de deschidere a unui strat inferior. Există o mulțime de soluții de deschidere (separată sau colectivă) a stratelor de cărbune pe care nu ne propunem să le definim în această lucrare.

Așadar, metoda de deschidere combinată carieră-mină constă din păstrarea în carieră a unei tranșee de acces pe una, două sau pe toate cele trei laturi (limite) ale carierei (două limite marginale și una longitudinală), putîndu-se crea tot atîtea mine. Tranșeea de acces la strate se realizează prin tehnologia de haldare a sterilului în cheltuielile normale ale carierei. Lucrările miniere cele mai greu de executat și cele mai scumpe, în condiții hidrogeologice grele și foarte grele, prin aplicarea metodei combinate, se realizează fără cheltuieli importante ;

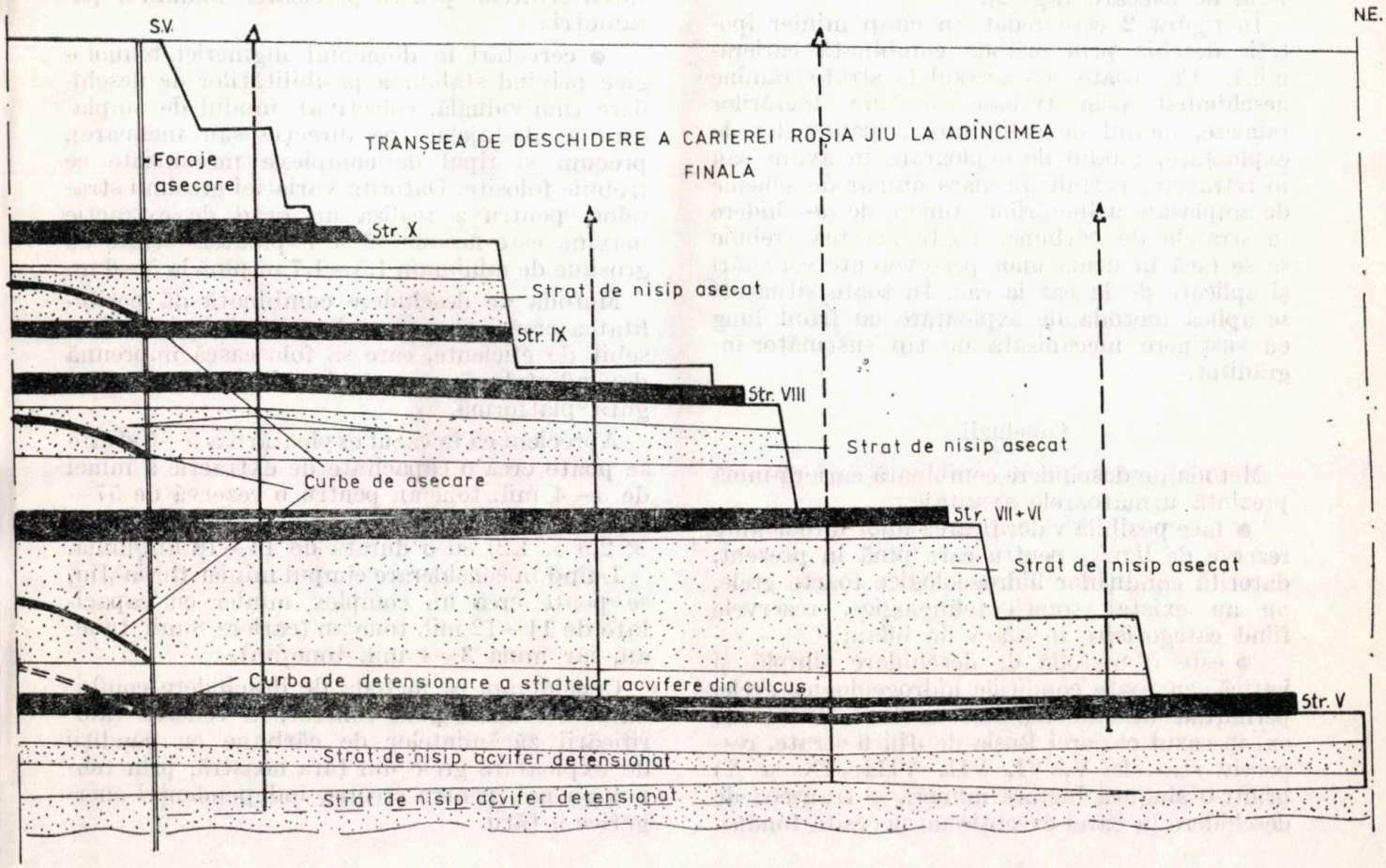


Fig. 3. Profil hidrogeologic cu nivelele prezumtive a apelor la adîncimea finală a carierei Roșia de Jiu

cheltuielile care se fac se referă numai la amenajarea planului înclinat pentru transportul cărbunelui și a materialelor.

Lucrările miniere în strat pornesc dintr-o zonă asecată și, deși nivelul apelor subterane se reface pe măsura îndepărtării de carieră, prin executarea lucrărilor de asecare, concomitent cu lucrările de deschidere, se creează condiții favorabile, pas cu pas.

Așadar, prin aplicarea metodei de deschidere combinate, exploatarea stratelor cu condiții hidrogeologice grele și foarte grele poate deveni o exploatare care să se desfășoare ca o exploatare normală, cu indicatori tehnico-economici în unele cazuri chiar mai favorabili sau, în cel mai nefericit caz, la același nivel cu o exploatare normală.

Pentru întreruperea comunicării orizonturilor acvifere cu cîmpul minier subteran, pe limita cîmpului minier se pot practica abataje de contur care, prin surpare, deranjează stratele superioare, provocînd o asecare brutală, precum și întreruperea alimentării cu apă a cîmpului minier.

Plasarea abatajelor în apropierea lucrărilor miniere de asecare este justificată de faptul că zona este asecată prin lucrare specială, iar după exploatare apele vor curge prin surpare în galeria de asecare (fig. 2).

În figura 2 este redat un cîmp minier ipotetic deschis prin metoda combinată carieră-mină. Cu toate că accesul la strate rămîne neschimbat prin tranșee, osatura lucrărilor miniere, modul de delimitare a panourilor de exploatare, modul de exploatare în avans sau în retragere, permit un mare număr de scheme de amplasare a lucrărilor miniere de deschidere în stratele de cărbune. Toate acestea trebuie să se facă în urma unor perseverente cercetări și aplicate de la caz la caz. În toate situațiile se aplică metoda de exploatare cu front lung cu susținere mecanizată de tip susținător-îngrăditor.

Concluzii

Metoda de deschidere combinată carieră-mină prezintă următoarele avantaje :

- face posibilă valorificarea unor importante rezerve de lignit, pentru care pînă în prezent, datorită condițiilor hidrogeologice foarte grele, nu au existat soluții tehnologice, rezervele fiind categorisite în afară de bilanț ;
- este o metodă de deschidere simplă și ieftină, cu toate condițiile hidrogeologice grele, permițînd deschiderea mai multor strate (de ex. în cazul carierei Roșia de Jiu 6 strate, respectiv stratele V, VI, VII, VIII, IX și X) printr-o singură lucrare minieră — tranșeea de deschidere (a cărei execuție nu necesită fonduri de investiții), permițînd concentrarea capacităților de producție pe verticală într-un cîmp minier ;
- permite compartimentarea stratelor prni lucrări miniere în strat în mai multe variante, atît prin acces individual, cît și colectiv, ceea ce conduce la reducerea însemnată a lucrărilor miniere.

Cele expuse în lucrare nu epuizează problematica exploatării stratelor cantonate în condiții grele și foarte grele aflate sub nivelul de eroziune în zonele adiacente carierelor, însă consider că jalonează, cu suficientă justificare, implementarea unui vast program de cercetare, specific fiecărui perimetru, care să cuprindă :

- completarea cercetării geologice de detaliu la gabarit redus a rețelei de foraje (cca. 200 m) a zonelor adiacente carierelor ;
- cercetarea caracteristicilor hidrogeologice ale nisipurilor acvifere și a rezultatelor obținute în drenarea stratelor de nisip sub influența asecării carierelor în zonele adiacente carierelor pentru a putea stabili densitatea lucrărilor de asecare și detensionarea orizonturilor acvifere ;
- cercetarea în laborator, pe materiale echivalente, a fenomenelor în legătură cu exploatarea stratelor pentru precizarea anumitor parametri ;
- cercetări în domeniul ingineriei tehnologice privind stabilirea posibilităților de deschidere (individuală, colectivă), modul de amplasare a abatajelor (pe direcție sau înclinare), precum și tipul de complexe mecanizate ce trebuie folosite. Datorită variației grosimii stratelor, pentru a realiza un grad de extracție maxim, este necesar să se exploateze strate cu grosime de minimum 1,5—1,7 m pînă la 5—6 m.

Metoda de deschidere combinată dă posibilitatea creării unor complexe mină-cariere, deosebit de eficiente, care să folosească împreună dependințele de suprafață unificate într-o singură platformă.

Apreciem că în cazul exploatării a 5—6 strate se poate crea o capacitate de extracție a minei de 3—4 mil. tone/an pentru o rezervă de 57—60 mil. tone (6 strate × 1 600 × 2 000 × × 2,5 × 1,2) cu o durată de 14—18 ani/mină.

Luînd în considerare cîmpul minier Roșia-Jiu, se poate crea un complex minier cu capacitate de 11—12 mil. tone/an (cariera 8 mil. tone an, iar mina 3—4 mil. tone/an).

Considerăm că metoda de deschidere combinată este un răspuns concret, în vederea valorificării zăcămintelor de cărbune cu condiții de exploatare grele din țara noastră, prin tehnologii noi, pentru crearea independenței energetice a țării.

Trilateraţia şi tripla trilateraţie

Ing. **Al. Biriescu**
Centrala sării şi nemetaliferelor

Generalităţi

În lucrările topogeodezice clasice, punctele de îndesire din reţelele de triangulaţie se determină prin intersecţii şi retrointersecţii, utilizînd unghiuri orizontale măsurate în teren. Efectuarea măsurătorilor impune însă timp prielnic, cu vizibilitate corespunzătoare a punctelor respective. Aceste condiţii nu pot fi satisfăcute întotdeauna şi atunci se recurge la alte metode de lucru : în loc de unghiuri se măsoară distanţe, cu aparate care folosesc unde electromagnetice sau electrooptice, pe orice timp — ziua, noaptea, ceaţă — şi fără să fie întotdeauna nevoie ca punctele să aibă construcţii geodezice de semnalizare. Pentru acest gen de lucrări există o mare gamă de aparate dintre care mai cunoscute la noi sînt cele cu microunde pentru distanţe pînă la 50 km (Distomat Wild D.I. 50, M.R.A.-1) cu unde electrooptice pentru distanţe pînă la 2—3 km (Zeiss-Jena E.O.S-2000, E.O.K.-2000, E.O.T.-2000) şi respectiv pînă la 1 km (Distomat Wild D.I. 10). Pentru măsurarea distanţelor pe cale indirectă, în cazul cînd între puncte există obstacole, se utilizează procedeul cu stadia orizontală de invar sau stadia verticală metalică [1]. Cu aceasta din urmă, concomitent cu drumuirile în sisteme particulare dintre punctele cunoscute şi punctul necunoscut (din a căror coordonate se determină distanţele în linie dreaptă) se poate totodată obţine la suprafaţă şi cota noului punct.

Pînă la apariţia aparatelor care măsoară unghiuri şi distanţe (Distomat Wild D.I. 10, E.O.T.-2000), în lucrările de îndesire a reţelelor de triangulaţie s-au folosit, atît aparate pentru măsurarea distanţelor (Distomat Wild D.I. 50, E.O.T-2000, E.O.K.-2000) cît şi teodolite pentru măsurarea unghiurilor, întrucît coordonatele punctului necunoscut se determinau prin procedeul radierii. De asemenea [2], la calcule se recurge, în toate cazurile, la folosirea orientării laturilor care cuprind punctul necunoscut, deşi în teren se măsoară numai distanţe.

În cele ce urmează determinarea punctului necunoscut se va trata numai pe bază de distanţe măsurate.

Trilateraţia

Se cunosc coordonatele punctelor 1 ; 2 şi distanţele măsurate d_{1C}, d_{2C} ; se cer coordonatele punctului C (fig. 1).

Deoarece nu există suficiente elemente care să determine locul real în plan orizontal al punctului C, este firesc ca în calcule să se obţină două perechi de valori care poziţionează punctul necunoscut perfect, simetric faţă de dreapta care uneşte punctele cunoscute, respectiv punctele C şi C'. Punctul real, din cele două amintite, este punctul C ştiut din teren.

Pentru a avea un control asupra determinării coordonatelor punctului C se vor trata trei variante de calcul.

1. Se pleacă de la distanţele d_{1C}, d_{2C} şi aria cuprinsă între acestea şi dreapta d_{12} :

$$d_{1C}^2 = (x_C - x_1)^2 + (y_C - y_1)^2$$

$$d_{2C}^2 = (x_C - x_2)^2 + (y_C - y_2)^2$$

$$S_{1,C,2} = \sqrt{p(p - d_{1C})(p - d_{2C})(p - d_{12})}$$

unde : $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = d_{12}$,

$$\frac{d_{1C} + d_{2C} + d_{12}}{2} = p$$

$$S_{1,C,2} = \frac{1}{2}\begin{vmatrix} x_C & y_C & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$= \frac{1}{2}[x_C(y_2 - y_1) - y(x_2 - x_1) + x_2y_1 - x_1y_2]$$

Scăzînd prima relaţie din cea de-a doua şi cunoscînd că aria cuprinsă între punctele 1, C, 2, este aceeaşi în relaţiile ultime, se poate scrie :

$$x_2^2 - x_1^2 + y_2^2 - y_1^2 - 2x_C(x_2 - x_1) -$$

$$- 2y_C(y_2 - y_1) = d_{2C}^2 - d_{1C}^2$$

$$x_C(y_2 - y_1) - y_C(x_2 - x_1) + x_2y_1 - x_1y_2 =$$

$$= 2S_{1,C,2} = 2\sqrt{p(p - d_{1C})(p - d_{2C})(p - d_{12})}$$

Cunoscînd că $x_1^2 + y_1^2 = d_{01}^2$ și $x_2^2 + y_2^2 = d_{02}^2$ rezultă că rămîn de rezolvat două ecuații cu două necunoscute :

$$x_C(x_2 - x_1) + y_C(y_2 - y_1) = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{2}$$

$$x_C(y_2 - y_1) - y_C(x_2 - x_1) = x_1y_1 - x_2y_1 + 2S_{1,C,2}$$

Multiplicînd prima relație cu $x_2 - x_1$, pe cea de-a doua cu $y_2 - y_1$, respectiv cu $-(y_2 - y_1)$ și $x_2 - x_1$ și adunîndu-le, se obține în final :

$$x_C = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{2d_{12}^2}(x_2 - x_1) + \frac{2S_{1,C,2} + x_1y_2 - x_2y_1}{d_{12}^2}(y_2 - y_1) = k_1(x_2 - x_1) + k_2(y_2 - y_1)$$

$$y_C = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{2d_{12}^2}(y_2 - y_1) - \frac{2S_{1,C,2} + x_1y_2 - x_2y_1}{d_{12}^2}(x_2 - x_1) = k_1(y_2 - y_1) - k_2(x_2 - x_1) \quad (1)$$

Pentru a se evita calcule cu cifre mari, originea axelor de coordonate se translează din punctul O în punctul O′, de așa manieră ca toate punctele (1, 2, C) să fie cît mai aproape de noua origine O′.

Exemplu de calcul nr. 1.

Se cunosc punctele $1(x_1 = 541366{,}685\,;\ y_1 = 426062{,}416)$, $2(x_2 = 543794{,}652\,;\ y_2 = 426979{,}313)$ și distanțele măsurate cu aparatul Distomat Wild D.I.50 $d_{1C} = 1807{,}262 \pm 0{,}007\,;\ d_{2C} = 1539{,}946 \pm 0{,}009$

În mod arbitrar se ia $O'(x_{0'} = 541.000\,;\ y_{0'} = 426.000)$

$$d_{12} = \sqrt{2427{,}967^2 + 916{,}897^2} = 2595{,}3273\ \text{m}\,;$$

$$2S_{1,C,2} = 2\sqrt{2971{,}2677(2971{,}2677 - 1807{,}262)(2971{,}2677 - 1539{,}946)(2971{,}2677 - 2595{,}3273)} =$$
$$= \pm 2728390{,}73404\ \text{m}^2, \quad k_1 = 0{,}70709122$$

Determinarea coordonatelor folosind semnul plus al ariei $S_{1,2,3}$, respectiv $k_2 = -0{,}432479$

$$x_{C'} = 0{,}70709122 \times 2427{,}967 + 0{,}432479 \times 916{,}897 = 2113{,}332{,}8$$

$$y_{C'} = 0{,}70709122 \times 916{,}897 - 0{,}432479 \times 2427{,}967 = -401{,}7149$$

Determinarea coordonatelor folosind semnul minus al ariei $S_{1,2,3}$, respectiv $k_2 = 0{,}37764647$

$$x_C = 0{,}70709122 \times 2427{,}967 - 0{,}37764647 \times 916{,}897 = 1370{,}531$$

$$y_C = 0{,}70709122 \times 916{,}897 - (-0{,}37764647)2427{,}967 = 1565{,}243$$

În figura 1 punctele C și C' sînt perfect simetrice față de dreapta d_{12}.

Din teren se știe că punctul necunoscut se găsește în partea stîngă a orientării θ_{12} a dreptei dintre punctele cunoscute. Prin urmare, coordonatele reale ale punctului C sînt :

$C_{(0')}(x_{C_{(0')}} = 1370{,}531\ y_{C_{(0')}} = 1565{,}243$, respectiv :

$C_{(0)}(x_{C_{(0)}} = 542370{,}531\ y_{C_{(0)}} = 427565{,}243)$

2. Se pleacă de la coordonatele punctelor cunoscute și drumuirile de la acestea la punc-

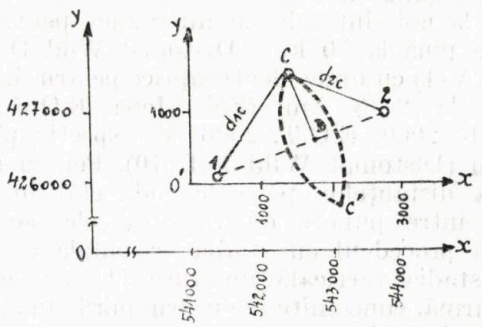


Fig. 1

tul necunoscut C, trecînd prin punctul D (fig. 1).

$$x_C = x_1 + d_{1D}\sin\theta_{12} + d_{CD}\sin(\theta_{12} + 100) = x_1 + d_{1D}\sin\theta_{12} + d_{CD}\cos\theta_{12}$$

$$y_C = y_1 + d_{1D}\cos\theta_{12} + d_{CD}\cos(\theta_{12} + 100) = y_1 + d_{1D}\cos\theta_{12} - d_{CD}\sin\theta_{12}$$

$$x_C = x_2 + d_{2D}\sin\theta_{12} + d_{CD}\sin(\theta_{21} + 300) = x_2 + d_{2D}\sin\theta_{21} - d_{CD}\cos\theta_{21}$$

$$y_C = y_2 + d_{2D}\cos\theta_{12} + d_{CD}\cos(\theta_{21} + 300) = y_2 + d_{2D}\cos\theta_{21} + d_{CD}\sin\theta_{21}$$

Se cunoaște că $d_{1C}^2 = d_{1D}^2 + d_{CD}^2$ și $d_{2C}^2 = d_{2D}^2 + d_{CD}^2$, prin urmare $d_{1C}^2 - d_{2C}^2 = d_{1D}^2 - d_{2D}^2 = (d_{1D} + d_{2D})(d_{1D} - d_{2D}) = d_{12}(d_{1D} - d_{2D})$.

Înlocuind $d_{1D} = d_{12} - d_{2D}$

se obține :

$$d_{1C}^2 - d_{2C}^2 = d_{12}^2 - 2d_{12}d_{2D}$$

de unde :

$$d_{2D} = \frac{d_{2C}^2 - d_{1C}^2 + d_{12}^2}{2d_{12}}$$

În mod similar :

$$d_{1D} = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 + d_{12}^2}{2d_{12}}$$

Se divide prima relație de mai sus cu $\cos\theta_1$ și cunoscînd că :

$$\operatorname{tg}\theta_{12} = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}, \text{ iar } \cos\theta_{12} = \frac{y_2 - y_1}{d_{12}},$$

se obține :

$$\frac{x_C d_{12}}{y_2 - y_1} = \frac{x_1 d_{12}}{y_2 - y_1} + d_{1D}\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} + d_{CD} =$$

$$= \frac{x_1 d_{12}}{y_2 - y_1} + d_{1D}\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} + d_{CD}\frac{y_2 - y_1}{y_2 - y_1}$$

$$\frac{y_C d_{12}}{y_2 - y_1} = \frac{y_1 d_{12}}{y_2 - y_1} + d_{1D} - d_{CD}\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} =$$

$$= \frac{y_1 d_{12}}{y_2 - y_1} + d_{1D}\frac{y_2 - y_1}{y_2 - y_1} - d_{CD}\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

Se divid cu $\frac{d_{12}}{y_2 - y_1}$ toți termenii și se înlocuiește d_{1D} cu valoarea de mai sus, obținîndu-se :

$$x_C = x_1 + \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 + d_{12}^2}{2d_{12}^2}(x_2 - x_1) + \frac{d_{CD}}{d_{12}}(y_2 - y_1)$$

$$y_C = y_1 + \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 + d_{12}^2}{2d_{12}^2}(y_2 - y_1) - \frac{d_{CD}}{d_{12}}(x_2 - x_1)$$

Termenul $\frac{d_{CD}}{d_{12}}$ se multiplică la numitor și numărător cu d_{12}, obținîndu-se :

$$\frac{d_{CD}}{d_{12}} \times \frac{d_{12}}{d_{12}} = \frac{2S_{1,C,2}}{d_{12}^2}$$

Notînd $\frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 + d_{12}^2}{2d_{12}^2} = k_1$ și $\frac{2S_{1,C,2}}{d_{12}^2} = k_2$

se obține în final :

$$\begin{aligned} x_C &= x_1 + k_1(x_2 - x_1) + k_2(y_2 - y_1) \\ y_C &= y_1 + k_1(y_2 - y_1) - k_2(x_2 - x_1) \end{aligned} \quad (2)$$

Relațiile (2) sînt indicate în lucrarea [3].

Exemplu de calcul nr. 1.

$$k_1 = 0{,}56641916,\ k_2 = \pm 0{,}40506274$$

Se ia în calcul semnul plus al ariei $2S_{1C2}$, respectiv al coeficientului k_2.

$$x_{C'} = 366{,}685 + 0{,}56641916 \times 2427{,}967 + 0{,}40506274 \times 916{,}897 = 2\,113{,}3328$$

$$y_{C'} = 62{,}416 + 0{,}56641916 \times 916{,}897 - 0{,}40506274 \times 2427{,}967 = -401{,}7149$$

Se ia în calcul semnul minus al ariei $2S_{1,2,2}$, respectiv al coeficientului k_2

$$x_C = 366{,}685 + 0{,}56641916 \times 2427{,}967 - 0{,}40506274 + 916{,}897 = 1370{,}531$$

$$y_C = 62{,}416 + 0{,}56641916 \times 916{,}897 - (-0{,}40506274 \times 2427{,}967 = 1565{,}243$$

În concluzie, valorile reale x_C, y_C se obțin cu relațiile (1) și (2) în care coeficientul k_2 are semnul minus.

3. Se pleacă de la două cercuri cu centrele în punctele cunoscute (1 ; 2) și razele egale cu distanțele măsurate d_{1C}, d_{2C} (fig. 1). Se scriu ecuațiile cercurilor :

$$(x_1 - x_C)^2 + (y_1 - y_C)^2 - d_{1C}^2 = 0$$
$$(x_2 - x_C)^2 + (y_2 - y_C)^2 - d_{2C}^2 = 0$$

Scăzînd din prima ecuație pe cea de-a doua și cunoscînd că : $x_1^2 + y_1^2 = d_{01}^2$; $x_2^2 + y_2^2 = d_{02}^2$ se obține :

$$x_C = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{2(x_2 - x_1)} - y_C\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{2}{C}y\left[\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right)^2 + 1\right] + y_C\left[\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\left(2x_1 - \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{x_2 - x_1}\right) - 2y_1\right] + d_{01}^2 - d_{1C}^2 + \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{x_2 - x_1}\left(\frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{4(x_2 - x_1)} - x_1\right) = 0 \quad (3)$$

Prin urmare, se rezolvă întîi ecuația de gradul doi de forma $ay^2 + by + c = 0$, după care se înlocuiește valoarea primită a lui y_C în ecuația care rezolvă coordonata x_C.

Exemplu de calcul nr. 1

$$a = \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right)^2 + 1 = 1{,}14261182716$$

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\left(2x_1 - \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{x_2 - x_1}\right) - 2y_1 =$$

$$= -1329{,}46092$$

$$c = d_{01}^2 - d_{1C}^2 +$$

$$+ \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{x_2 - x_1}\left(\frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{4(x_2 - x_1)} - x_1\right) =$$

$$= -718452{,}89415$$

Cînd se ia în calcule semnul plus al valorii radicalului, se obţine:

$$y_C = \frac{1329{,}46092 + \sqrt{1329{,}46092^2 + 4 \times 1{,}14261182716 \times 718452{,}89415}}{2 \times 1{,}14261182716} =$$

$$= \frac{1329{,}46092 + 2247{,}46911751}{2 \times 1{,}14261182716} = 1\,565{,}243$$

$$x_C = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{2(x_2 - x_1)} - 1565{,}243\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} =$$

$$= 1370{,}531$$

Cînd se ia în calcule semnul minus al valorii radicalului, se obţine:

$$y_{C'} = \frac{1329{,}46092 - 2247{,}46911751}{2 \times 1{,}14261182716} = -401{,}7148$$

$$x_{C'} = \frac{d_{1C}^2 - d_{2C}^2 - d_{01}^2 + d_{02}^2}{2(x_2 - x_1)} -$$

$$- (-401{,}7148)\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = 2113{,}3328$$

Prin urmare, există trei posibilităţi de calcul şi control a valorilor coordonatelor punctului C.

4. Pentru verificarea distanţelor reale în teren nu există altă posibilitate decît măsurînd unul din unghiurile triunghiului $1, C, 2$. Cu elementele din exemplul nr. 1 se obţine $\hat{C} =$ $= 112.64.21{,}56$. Presupunem că distanţa d_{1C} a fost măsurată greşit în teren, avînd de astă dată valoarea 1807,580 m. Calculînd unghiul C cu noile distanţe, se obţine $\hat{C} = 112.62.65{,}14$

Diferenţa $112.64.21{,}56 - 112.62.65{,}14 = 1.56{,}42$, mult mai mare decît eroarea de măsurare a unghiului, duce la concluzia că una sau amîndouă distanţele sînt greşit măsurate în teren sau etalonul cu care s-au măsurat distanţele d_{1C}, d_{2C} diferă simţitor de etalonul cu care au fost determinate punctele cunoscute 1; 2. Această necorelare se poate elimina prin măsurarea distanţei d_{12}. Cunoscînd raportul $d_{12\,măs.} : d_{12\,determ}$ rezultă că este posibilă obţinerea celor trei distanţe în acelaşi etalon, după care se recalculează coordonatele celui de-al doilea punct cunoscut, funcţie de primul, şi, în final, se determină coordonatele punctuuli C.

5. Erorile de determinare ale punctului C. La măsurarea distanţelor se produc erori care, evident, influenţează valorile coordonatelor punctului C. Erorile coordonatelor punctului C se determină diferenţiind una din relaţiile (1) (2), obţinîndu-se:

$$mx_C = \frac{(x_2 - x_1)(2d_{1C}\,md_{1C} - 2d_{2C}\,md_{2C})}{2d_{12}^2} +$$

$$+ \frac{m(2S_{1,C,2})(y_2 - y_1)}{d_{12}^2} =$$

$$= \frac{(x_2 - x_1)(d_{1C}\,md_{1C} - d_{2C}\,md_{2C}) + m(2S_{1,C,2})(y_2 - y_1)}{d_{12}^2}$$

$$my_C = \frac{(y_2 - y_1)(2d_{1C}\,md_{1C} - 2d_{2C}\,md_{2C})}{2d_{12}^2} +$$

$$+ \frac{m(2S_{1,C,2})(x_2 - x_1)}{d_{12}^2} =$$

$$= \frac{(y_2 - y_1)(d_{1C}\,md_{1C} - d_{2C}\,md_{2C}) + m(2S_{1,C,2})(x_2 - x_1)}{d_{12}^2}$$

Aplicînd regula de însumare a erorilor la termenii care conţin pe md_{1C}, md_{2C}, se obţine în final:

$$\begin{aligned} mx_C &= \frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2(d_{1C}^2\,m^2 d_{1C} + d_{2C}^2\,m^2 d_{2C}) + m^2(2S_{1,C,2})(y_2 - y_1)^2}}{d_{12}^2} \\ my_C &= \frac{\sqrt{(y_2 - y_1)^2(d_{1C}^2\,m^2 d_{1C}^2 + d_{2C}^2 m^2 d_{2C}) + m^2(2S_{1,C,2})(x_2 - x_1)^2}}{d_{12}^2} \end{aligned} \qquad (4)$$

unde $m(2S_{1,C,2}) = \frac{d_{12} \cdot md_{1C} \sin\hat{1}}{2} + \frac{d_{12} \cdot md_{2C} \sin\hat{2}}{2}$

Cunoscînd că $x_1^2 + y_1^2 = d_{01}^2$, $x_2^2 + y_2^2 = d_{02}^2$, $x_3^2 + y_3^2 = d_{03}^2$ și că numitorul din paranteză a relațiilor reprezintă dublul suprafeței cuprinsă între punctele cunoscute, rezultă:

$$y_C = \frac{(x_2 - x_3)(d_{01}^2 - d_{1C}^2) + (x_3 - x_1)(d_{02}^2 - d_{2C}^2) + (x_1 - x_2)(d_{03}^2 - d_{3C}^2)}{4S_{1,2,3}}$$

$$x_C = \frac{(y_2 - y_3)(d_{01}^2 - d_{1C}^2) + (y_3 - y_1)(d_{02}^2 - d_{2C}^2) + (y_1 - y_2)(d_{03}^2 - d_{3C}^2)}{4S_{1,2,3}} \quad (5)$$

Pentru erorile de măsurare a distanțelor indicate la exemplul nr. 1, se obțin erorile de coordonate $mx_C = \pm 7{,}0$ mm; $my_C = \pm 5{,}4$ mm.

Tripla trilateraţie

Se cunosc coordonatele punctelor 1, 2, 3 și distanțele măsurate d_{1C}, d_{2C}, d_{3C}. Se cer coordonatele punctului C (fig. 2).

Spre deosebire de trilateraţie, în tripla trilateraţie punctul necunoscut C este perfect determinat, fără nici o interpretare a coordonatelor acestuia, după cum se va vedea în cele ce urmează.

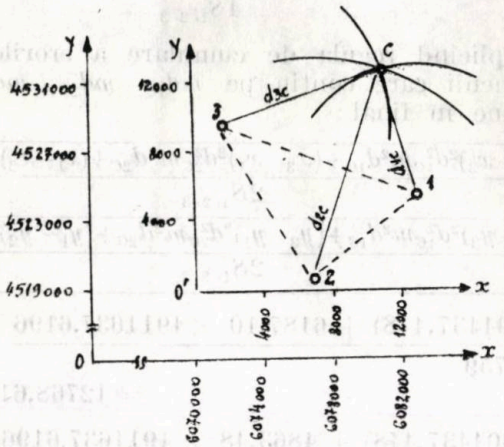


Fig. 2

1. Din punctele cunoscute 1; 2; 3 și distanțele măsurate d_{1C}, d_{2C}, d_{3C} se descriu cercuri cu centrele în 1, 2, 3, avînd raze identice cu distanțele amintite. Se vede că punctul C este comun celor trei cercuri, ceea ce permite scrierea ecuațiilor acestora:

$$(x_1 - x_C)^2 + (y_1 - y_C)^2 - d_{1C}^2 = 0$$
$$(x_2 - x_C)^2 + (y_2 - y_C)^2 - d_{2C}^2 = 0$$
$$(x_3 - x_C)^2 + (y_3 - y_C)^2 - d_{3C}^2 = 0$$

În urma efectuării operațiilor necesare asupra celor trei ecuații, se obține:

$$y_C = \frac{(x_2 - x_3)(x_1^2 + y_1^2 - d_{1C}^2) + (x_3 - x_1)(x_2^2 + y_2^2 - d_{2C}^2) + (x_1 - x_2)(x_3^2 + y_3^2 - d_{3C}^2)}{2[(y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1)]}$$

$$x_C = \frac{(y_2 - y_3)(x_1^2 + y_1^2 - d_{1C}^2) + (y_3 - y_1)(x_2^2 + y_2^2 - d_{2C}^2) + (y_1 - y_2)(x_3^2 + y_3^2 - d_{3C}^2)}{2[(y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1)]}$$

Relațiile (5) sînt ușor de reținut, deoarece au un sens unic de scriere a coordonatelor punctelor cunoscute și distanțelor măsurate.

Cercetările întreprinse asupra relațiilor (5) au arătat:

— punctul necunoscut C este perfect determinat, indiferent de poziția acestuia față de punctele cunoscute (fig. 3, 4, 5, 6);

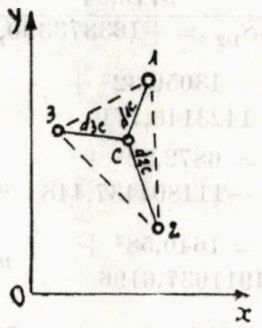


Fig. 3

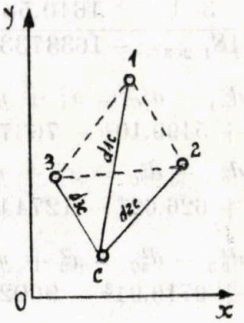


Fig. 4

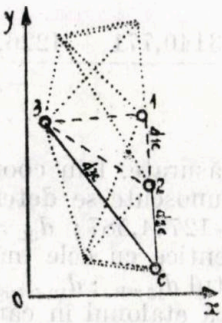


Fig. 5

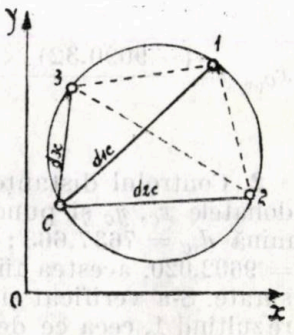


Fig. 6

— punctul necunoscut C este nedeterminat numai cînd punctele cunoscute 1, 2, 3 sînt coliniare (întrucît $S_{1,2,3} = 0$);

— valorile coordonatelor punctului necunoscut C sînt întotdeauna pozitive, cînd toate

punctele (1, 2, 3, C) se găsesc în cadranul I, aceasta datorită semnelor algebrice ce se primesc la calculul ariei $S_{1,2,3}$. Din cauza acestei proprietăți, coordonatele x_C, y_C se iau întotdeauna cu valori absolute.

Exemplul nr. 2 $1(x_1 = 6083059{,}32 \quad y_1 = 4524490{,}10)$; $2(x_2 = 6076872{,}22 \quad y_2 = 4519626{,}62)$; $3(x_3 = 6071640{,}58 \quad y_3 = 4528716{,}94)$. Distanțele de la punctul necunoscut C la punctele cunoscute 1, 2, 3 au fost măsurate cu tellurometrul M.R.A.-1. $d_{1C} = 7637{,}663 \pm 0{,}035$; $d_{2C} = 12744{,}587 \pm 0{,}029$; $d_{3C} = 9602{,}020 \pm 0{,}036$

Originea O' se ia arbitrar
O'($x = 6070000$ $y = 4519000$)
Aria dintre punctele cunoscute:

	x	y
1	13059,32	5490,10
2	6872,22	626,62
3	1640,58	9716,94
$4S_{1,2,3} =$	$-163373390{,}758$	$4S_{1,2,3} = +163373390{,}759$

$d_{01}^2 - d_{1C}^2 = x_1^2 + y_1^2 - d_{1C}^2 = 13059{,}32^2 + 5490{,}10^2 - 7637{,}663^2 = 1423140{,}771$

$d_{02}^2 - d_{2C}^2 = x_2^2 + y_2^2 - d_{2C}^2 = 6872{,}22^2 + 626{,}62^2 - 12744{,}587^2 = -114804437{,}448$

$d_{03}^2 - d_{3C}^2 = x_3^2 + y_3^2 - d_{3C}^2 = 1640{,}58^2 + 9716{,}94^2 - 9602{,}02^2 = 4911637{,}6196$

$$y_{C_{(0')}} = \frac{5231{,}64 \times 142353140{,}771 + (-11418{,}74)(-114804437{,}448) + 6187{,}10 \times 4911637{,}6196}{+163373390{,}759} = 12768{,}6106$$

$$x_{C_{(0)'}} = \frac{(-9090{,}32) \times 142353140{,}771 + 4226{,}84(-114804437{,}448) + 4863{,}48 \times 4911637{,}6196}{-163373390{,}758} = 10744{,}7604$$

2. Controlul distanțelor măsurate. Din coordonatele x_C, y_C și punctele cunoscute se determină $d_{1C} = 7637{,}663$; $d_{2C} = 12744{,}587$; $d_{3C} = 9602{,}020$, acestea fiind identice cu cele măsurate. S-a verificat și raportul $d_{12\,măs.} : d_{12\,determ.}$ rezultînd 1, ceea ce denotă că etalonul în care s-au măsurat distanțele este identic cu cel în care au fost determinate coordonatele punctelor cunoscute. Presupunem acum că una din distanțe a fost greșit măsurată, din diverse motive (corecții greșit aplicate, scriere greșită etc.). Exemplu: $d_{1C} = 7637{,}45$

Procedînd ca mai sus, se obțin distanțele: $d_{1C} = 7637{,}7078$; $d_{2C} = 12744{,}732$; $d_{3C} = 9602{,}22$, care diferă de cele măsurate cu mult peste erorile de măsurare și în proporții diferite, ceea ce conduce la concluzia că măsurătorile trebuie refăcute, necunoscîndu-se care dintre distanțe sînt greșit măsurate.

3. Erorile de determinare ale punctului C. La măsurarea distanțelor se produc erori care au influență asupra coordonatelor punctului C. Erorile mx_C, my_C se determină prin diferențierea relațiilor (5), funcție de elementele variabile d_{1C}, d_{2C}, d_{3C} obținîndu-se:

$$my_C = \frac{2(x_2 - x_3)d_{1C}md_{1C} + 2(x_3 - x_1)d_{2C}md_{2C} + 2(x_1 - x_2)d_{3C}md}{4S_{1,2,3}}$$

$$mx_C = \frac{2(y_2 - y_3)d_{1C}md_{1C} + 2(y_3 - y_1)d_{2C}md_{2C} + 2(y_1 - y_2)d_{3C}md}{4S_{1,2,3}}$$

Aplicînd regula de cumulare a erorilor la termenii care conțin pe md_{1C}, md_{2C}, md_{3C} se obține în final:

$$my_C = \frac{\sqrt{(x_2 - x_3)^2 d_{1C}^2 m^2 d_{1C} + (x_3 - x_1)^2 d_{2C}^2 m^2 d_{2C} + (x_1 - x_2)^2 d_{3C}^2 m^2 d_{3C}}}{2S_{1,2,3}}$$

$$mx_C = \frac{\sqrt{(y_2 - y_3)^2 d_{1C}^2 m^2 d_{1C} + (y_3 - y_1)^2 d_{2C}^2 m^2 d_{2C} + (y_1 - y_2)^2 d_{3C}^2 m^2 d_{3C}}}{2S_{1,2,3}}$$

Pentru erorile medii patratice de măsurare a distanțelor indicate în exemplul nr. 2, se obțin erorile coordonatelor punctului C: $mx_C = \pm 0{,}0409$ m, $my_C = \pm 0{,}0602$ m.

4. Diverse utilizări a relațiilor (5).

a. Se măsoară unghiurile ε_1, ε_2 din punctul necunoscut C (fig. 7 și 8).

Modul de tratare al problemei este identic cu cel al retrointersecției.

$$\alpha + \delta = 400 - (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \theta_{13} - \theta_{12})$$

$$d_{01}^2 - d_{1C}^2 = x_1^2 + y_1^2 - d_{1C} = 13059{,}32^2 + 5490{,}10^2 - 7637{,}45^2 = 142356394{,}370$$

$$y_{C_{(0')}} = \frac{5231{,}64 \times 14235694{,}37 + (-11418{,}74)(-114804437{,}448) + 6187{,}10 \times 4911637{,}6196}{+163373390{,}759} = 12768{,}7147$$

$$x_{C_{(0')}} = \frac{(-9090{,}32) \times 142356394{,}37 + 4226{,}84(-114804437{,}448) + 4863{,}48 \times 4911637{,}6196}{-163373390{,}759} = 10744{,}9414$$

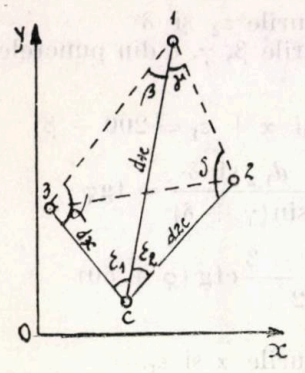


Fig. 7

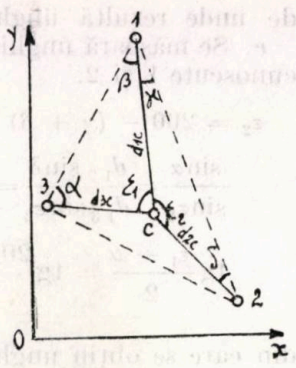


Fig. 8

$$\operatorname{tg}\frac{\delta-\alpha}{2}=\operatorname{tg}\frac{400-(\varepsilon_1+\varepsilon_2+\theta_{13}-\theta_{12})}{2}\operatorname{ctg}(\varphi+50^{\circ})$$

unde $\operatorname{tg}\varphi=\dfrac{d_{12}\sin\varepsilon_1}{d_{13}\sin\varepsilon_2}$

Din patrulaterul $1-2-C-3$ rezultă:

$$d_{1C}=d_{13}\frac{\sin\alpha}{\sin\varepsilon_1},\quad d_{2C}=d_{12}\frac{\sin\gamma}{\sin\varepsilon_2}=d_{12}\frac{\sin(\varepsilon_2+\delta)}{\sin\varepsilon_2},$$

$$d_{3C}=d_{13}\frac{\sin\beta}{\sin\varepsilon_1}=d_{13}\frac{\sin(\varepsilon_1+\alpha)}{\sin\varepsilon_1}$$

Prin urmare, relaţiile de calcul ale coordonatelor punctului C sînt:

$$y_{C_{(0')}}=\frac{(x_2-x_3)\left(d^2_{0'1}-d^2_{13}\dfrac{\sin^2\alpha}{\sin^2\varepsilon_1}\right)+(x_3-x_1)\left(d^2_{0'2}-d^2_{12}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_2+\delta)}{\sin^2\varepsilon_2}\right)+(x_1-x_2)\left(d^2_{0'3}-d^2_{13}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_1+\alpha)}{\sin^2\varepsilon_1}\right)}{4S_{1,2,3}}$$

$$x_{C_{(0')}}=\frac{(y_2-y_3)\left(d^2_{0'1}-d^2_{13}\dfrac{\sin^2\alpha}{\sin^2\varepsilon_1}\right)+(y_3-y_1)\left(d^2_{0'2}-d^2_{12}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_2+\delta)}{\sin^2\varepsilon_2}\right)+(y_1-y_2)\left(d^2_{0'3}-d^2_{13}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_1+\alpha)}{\sin^2\varepsilon_1}\right)}{4S_{1,2,3}}$$

(7)

Dacă se ţine seama că d_{1C} se obţine şi din relaţia $d_{12}\dfrac{\sin\delta}{\sin\varepsilon_2}$ atunci:

$$y_{C_{(0')}}=\frac{(x_2-x_3)\left(d^2_{0'1}-d^2_{12}\dfrac{\sin^2\delta}{\sin^2\varepsilon_2}\right)+(x_3-x_1)\left(d^2_{0'2}-d^2_{12}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_2+\delta)}{\sin^2\varepsilon_2}\right)+(x_1-x_2)\left(d^2_{0'3}-d^2_{13}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_1+\alpha)}{\sin^2\varepsilon_1}\right)}{4S_{1,2,3}}$$

$$x_{C_{(0')}}=\frac{(y_2-y_3)\left(d^2_{0'1}-d^2_{12}\dfrac{\sin^2\delta}{\sin^2\varepsilon_2}\right)+(y_3-y_1)\left(d^2_{0'2}-d^2_{12}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_2+\delta)}{\sin^2\varepsilon_2}\right)+(y_1-y_2)\left(d^2_{0'3}-d^2_{13}\dfrac{\sin^2(\varepsilon_1+\alpha)}{\sin^2\varepsilon_1}\right)}{4S_{1,3,2}}$$

(8)

Exemplul nr. 3

$1(x_1=543794{,}652 \qquad y_1=426979{,}313)$

$2(x_2=542491{,}760 \qquad y_2=426253{,}507)$

$3(x_3=542370{,}531 \qquad y_3=427565{,}243)$

$\varepsilon_1=39.52.18{,}3\pm2^{cc}{,}3;\quad \varepsilon_2=12.27.66{,}8\pm2^{cc}{,}1$

$0'(x=541000 \quad y=426000)$

$4S_{1,2,3}=\pm3594078{,}15216 \quad \operatorname{tg}\theta_{13}=$

$$=\frac{x_3-x_1}{y_3-y_1}=\frac{-1424{,}892}{+585{,}930};\quad \theta_{13}=324.84.87{,}4$$

$$d_{13}=1539{,}9463$$

$$\operatorname{tg}\theta_{12}=\frac{x_2-x_1}{y_2-y_1}=\frac{-1302{,}892}{-725{,}806};$$

$$\theta_{12}=267.64.33{,}33 \qquad d_{12}=1491{,}4161$$

$\alpha+\delta=400-(39.52.18{,}3+12.27.66{,}8+$

$+324.84.87{,}4-267.64.33{,}33)=$

$=290.99.60{,}9$

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{1491{,}4161\sin39.52.18{,}3}{1539{,}9463\sin12.27.66{,}8} \qquad \varphi=79.12.47{,}78$$

$$\operatorname{tg}\frac{\delta-\alpha}{2}=\operatorname{tg}\frac{290.99.60{,}9}{2}\operatorname{ctg}(79.12.47{,}78+50)$$

$$\left.\begin{aligned}\delta-\alpha&=65.71.16{,}78\\ \delta+\alpha&=290.99.60{,}9\end{aligned}\right\}$$

de unde rezultă:

$$\alpha = 112.64.22{,}0$$

$$\delta = 178.35.38{,}8$$

$$d^2_{0'1} - d^2_{13}\frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\varepsilon_1} = 2794{,}652^2 + 979{,}313^2 -$$

$$- 1539{,}9463^2\frac{\sin^2 112.64.22{,}00}{\sin^2 39.52.18{,}30} =$$

$$= 2033407{,}17592$$

$$d^2_{0'2} - d^2_{12}\frac{\sin^2(\varepsilon_2+\delta)}{\sin^2\varepsilon_2} = 1491{,}760^2 + 253{,}507^2 -$$

$$- 1491{,}4161^2\frac{\sin^2 190.63.05{,}6}{\sin^2 12.27.66{,}8} = 987300{,}979439$$

$$d^2_{0'3} - d^2_{13}\frac{\sin^2(\varepsilon_1+\alpha)}{\sin^2\varepsilon_1} = 1370{,}531^2 + 1565{,}243^2 -$$

$$- 1539{,}9463^2\frac{\sin^2 152.16.40{,}3}{\sin^2 39.52.18{,}3} = 1062146{,}43833$$

Control:

$$d^2_{0'1} - d^2_{12}\frac{\sin^2\delta}{\sin^2\varepsilon_2} = 2794{,}652^2 + 979{,}313^2 -$$

$$- 1491{,}4161^2\frac{\sin^2 178.35.38{,}8}{\sin^2 12.27.66{,}8} = 2033403{,}664$$

$$y_{C_{(0')}} = \frac{121{,}229 \times 2033407{,}17592 + (-1424{,}121)\,987300{,}979439 + 1302{,}892 \times 1062146{,}43833}{3594078{,}15216} =$$

$$= 62{,}4177$$

$$x_{C_{(0')}} = \frac{(-1311{,}736)2033407{,}17592 + 585{,}930 \times 987300{,}979439 + 725{,}806 \times 1062146{,}43833}{3594078{,}15216} =$$

$$= 366{,}6843$$

Coordonatele x_C, y_C au valori identice cu punctul nr. 1 din exemplul nr. 1.

b. Se măsoară unghiurile α, β, γ din punctele cunoscute 1 și 3.

$$\varepsilon_1 = 200 - (\alpha + \beta) \text{ și } \varepsilon_2 + \delta = 200 - \gamma$$

$$\frac{\sin\varepsilon_2}{\sin\delta} = \frac{d_{12}\sin\varepsilon_1}{d_{13}\sin\alpha} = \frac{d_{12}\sin(\alpha+\beta)}{d_{13}\sin\alpha} = \operatorname{tg}\varphi$$

$$\operatorname{tg}\frac{\delta - \varepsilon_2}{2} = \operatorname{tg}\frac{200 - \gamma}{2}\operatorname{ctg}(\varphi + 50^g)$$

de unde rezultă unghiurile ε_2 și δ

c. Se măsoară unghiurile β, γ, δ din punctele cunoscute 1 și 2.

$$\varepsilon_2 = 200 - (\gamma + \delta) \text{ și } \alpha + \varepsilon_1 = 200 - \beta$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\varepsilon_1} = \frac{d_{12}\sin\delta}{d_{13}\sin\varepsilon_2} = \frac{d_{12}\sin\delta}{\sin(\gamma+\delta)} = \operatorname{tg}\varphi$$

$$\operatorname{tg}\frac{\varepsilon_1 - \alpha}{2} = \operatorname{tg}\frac{200 - \beta}{2}\operatorname{ctg}(\varphi + 50)$$

din care se obțin unghiurile α și ε_1.

d. Se măsoară unghiurile α și δ din punctele cunoscute 2 și 3.

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 400 - (\alpha + \delta + \theta_{13} - \theta_{12})$$

$$\frac{\sin\varepsilon_1}{\sin\varepsilon_2} = \frac{d_{13}\sin\alpha}{d_{12}\sin\delta} = \operatorname{tg}\varphi$$

$$\operatorname{tg}\frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2} =$$

$$= \operatorname{tg}\frac{400 - (\alpha + \delta + \theta_{13} - \theta_{12})}{2}\operatorname{ctg}(\varphi + 50)$$

de unde rezultă unghiurile ε_1 și ε_2

Concluzii

Procedeele se pot aplica deopotrivă la lucrările topogeodezice de la suprafață și din subteran.

Procedeele de determinare a noilor puncte în subteran ajută la stabilirea corelării subteranului cu suprafața, cu mai mare precizie decît alte metode de transmitere a orientării de la zi în lucrările miniere, iar în teren nu necesită oprirea aerajului general și a activității de exploatare.

Procedeele se pot aplica la suprafață pe orice stare a vremii și fără a fi întotdeauna nevoie de semnale geodezice.

Bibliografie

[1] Biriescu, Al. *Procedeu de măsurare a distanțelor și diferențelor de nivel cu ajutorul stadiei verticale metalice.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 11, 1980, p. 530–540.

[2] Botez, M. *Geodeziei.* Vol. I, Ed. didactică și pedagogică, București, 1969.

[3] * * * *Manualul inginerului geodez.* Vol. II, p. 667–668.

Un nou tip de cască de protecţie pentru mineri

Dr. ing. **N. Mereţ**
şi ing. **Şt. Pece**
Institutul de cercetări ştiinţifice pentru protecţia muncii

Introducere

În cadrul accidentelor de muncă un loc important îl ocupă cele care se referă la regiunea craniană şi care sînt datorate, în general, şocurilor mecanice. Statisticile arată că accidentele la cap reprezentau, în anul 1979, 11,7% în R.P.P., 11% în Franţa, 8,5% în R.F.G. şi 6% în Anglia, din totalul accidentelor de muncă [1, 2].

În sectorul minier, deşi cifrele sînt mai mici, numărul accidentelor de muncă la cap reprezintă un procent însemnat din totalul accidentelor.

Pentru evitarea riscurilor de accidentare la cap, în cazurile în care protecţia colectivă a personalului nu poate fi asigurată, este necesară aplicarea protecţiei individuale, respectiv utilizarea căştilor de protecţie. Prin folosirea căştilor de protecţie se asigură o protecţie dublă, directă şi indirectă, împotriva agenţilor mecanici. Acţiunea de protecţie directă constă în excluderea posibilităţii de contact între agentul mecanic şi craniu, subansamblul activ în acest caz fiind calota căştii. Acţiunea de protecţie indirectă constă în amortizarea parametrilor şocului mecanic astfel încît componentele lui, care se transmit capului, devin inofensive; amortizarea şocului se produce, în special, la nivelul echipamentului interior al căştii [2].

Pentru a-şi atinge scopul, căştile de protecţie trebuie să aibă anumite calităţi minimale de eficacitate şi confort, stabilite prin norme. Caracteristicile de eficacitate se datoresc, în principal, materialelor din care este realizată casca, modelul conferind, în general, calităţile de confort. La proiectarea tipurilor constructive trebuie să se asigure o relaţie optimă între caracteristicile de eficacitate şi cele de confort.

În ultimii ani, la realizarea căştilor de protecţie industriale se utilizează, pe scară tot mai mare, polimerii sintetici cu calităţi superioare în ceea ce priveşte rezistenţa la impact. Se descriu astfel în literatura de specialitate diferite tipuri de căşti de protecţie din policarbonaţi [3], poliamidă dură [4], polietilenă [5], poliesteri armaţi cu fibre de sticlă [6], răşini formaldehidice presate [7].

În lucrarea de faţă se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate în scopul realizării unui nou tip de cască de protecţie, din materiale termorigide, destinată sectorului minier. Scopul cercetărilor a fost realizarea unei căşti dimensionate optim, astfel încît, păstrîndu-se intacte caracteristicile de eficacitate, să se reducă la minimum greutatea. Pentru aceasta s-a efectuat în prealabil un studiu asupra stării de tensiune în calotă în regim de efort static, din care a rezultat repartiţia eforturilor unitare în diferite zone. Dimensionarea calotei s-a făcut în funcţie de această repartiţie.

Determinarea stării de tensiune în calotă în regim de efort static

În scopul obţinerii unei grosimi optime a calotei în diverse zone, proporţională cu efortul unitar tangenţial în zona respectivă, s-a efectuat un studiu al repartiţiei eforturilor unitare în cască, în timpul comprimării acesteia cu o forţă centrală P. Starea de tensiune în calotă, sub acţiunea forţei P, a fost determinată utilizînd tehnica acoperirilor fotoelastice pe o cască de protecţie-martor, avînd calota din textolit de grosime constantă.

Pentru executarea determinărilor fotoelastice, calota căştii a fost acoperită cu o peliculă de lac fotoelastic, cu grosimea de 0,6 mm, obţinută prin turnarea unui amestec de 100 părţi răşină PL-1 şi 20 părţi întăritor PLH-1 (S.U.A.), la 50°C. Turnarea s-a făcut pe o suprafaţă plană pentru a se obţine o grosime constantă a peliculei. După 2 ore de la turnare, pelicula fotoelastică, în stare semipolimerizată, a fost mulată pe suprafaţa calotei şi lăsată timp de 24 ore la temperatura de 50°C pentru încheierea procesului de polimerizare. Mulajul fotoelastic astfel obţinut s-a fixat de calotă cu ajutorul unui adeziv reflectorizant, obţinut prin amestecarea a 100 părţi răşină PC-1 şi 10 părţi întăritor PCH-1 (S.U.A.).

Casca, avînd echipamentul interior montat, a fost fixată pe un suport de lemn şi încărcată central cu o forţă concentrată $P = 100$ daN. Tensiunile interne apărute în calota căştii la această încărcare şi preluate de către pelicula de lac au fost puse în evidenţă cu ajutorul unui polariscop cu reflexie, cu lumină polarizată circular. Avînd în vedere simetria pe care o prezintă calota, determinările au fost făcute numai pe un sfert din suprafaţa acesteia, în lungul a cinci meridiane (OA, OB, OC, OD, OE, fig. 1). Determinările au fost făcute în puncte situate la 10 mm unele de altele. Ordinele de bandă din punctele examinate au fost citite cu o precizie de 0,01 franje, cu ajutorul unui compensator de tip Bobinet. Pentru aceasta a fost necesar să se găsească în prealabil direcţiile

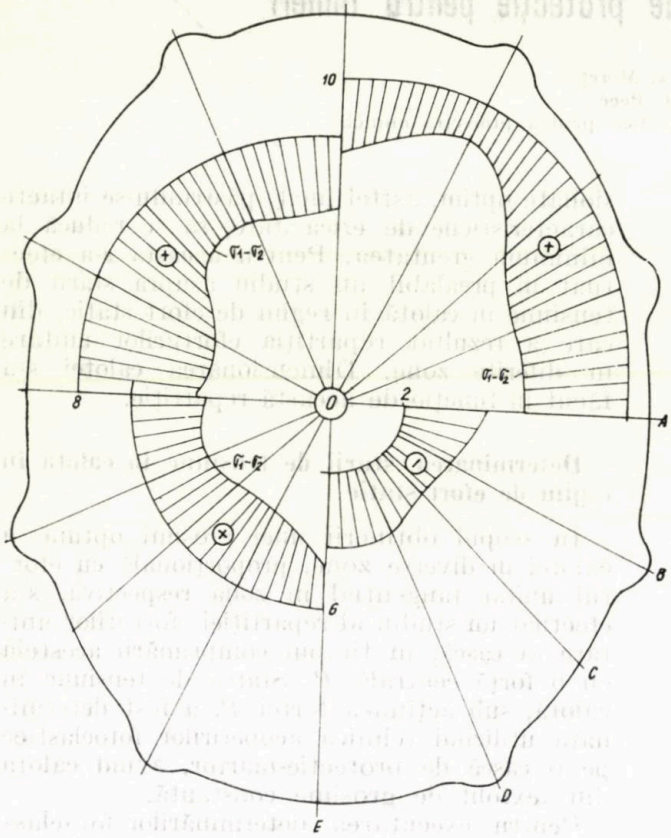


Fig. 1. Variația diferenței eforturilor unitare principale pe patru contururi ale calotei.

eforturilor unitare principale din fiecare punct, date de parametrii izoclinelor, determinați la rîndul lor cu ajutorul polariscopului fixat pentru lumină polarizată plan.

Prin citirea ordinului de bandă dintr-un punct se poate calcula diferența eforturilor unitare principale din punctul respectiv cu relația [8]:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)_c = \frac{N \cdot \sigma_0}{2t} \cdot \frac{1 + \nu_p}{1 + \nu_c} \cdot \frac{E_c}{E_p} \qquad (1)$$

unde:

indicii c și p se referă la materialul calotei, respectiv peliculei fotoelastice;
N — ordinul de bandă citit într-un punct;
E — modulul de elasticitate longitudinal;
ν — constanta lui Poisson;
t — grosimea peliculei fotoelastice;
σ_0 — constanta fotoelastică a materialului peliculei.

Cunoscînd diferența eforturilor unitare principale, se poate calcula efortul unitar tangențial maxim care, potrivit ipotezei a treia de rezistență, caracterizează comportarea materialului la atingerea unei stări de eforturi unitare limită:

$$\tau_{max} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)_c}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{N\sigma_0}{2t} \cdot \frac{1 + \nu_p}{1 + \nu_c} \cdot \frac{E_c}{E_p} \qquad (2)$$

Cu ajutorul relațiilor (1) și (2) s-a calculat diferența eforturilor unitare principale și efortul unitar tangențial maxim în diferite puncte ale calotei, reprezentîndu-se apoi grafic. În figura 1 se redă variația diferenței eforturilor unitare principale pe patru contururi ale calotei, situate la distanțele de 20, 60, 80 și 100 mm de punctul de aplicare a forței, iar în figurile 2—6 se reprezintă variația diferenței eforturilor unitare principale în lungul celor cinci meridiane investigate.

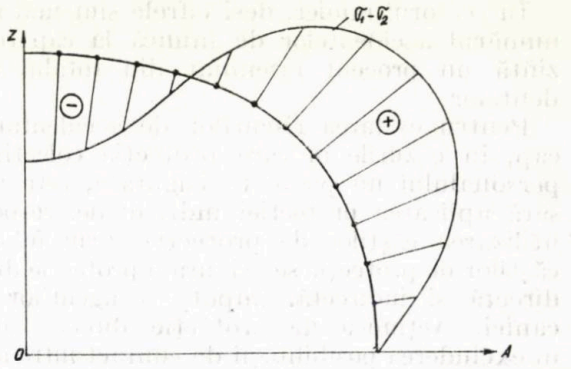


Fig. 2. Variația diferenței eforturilor unitare principale în lungul meridianului OA.

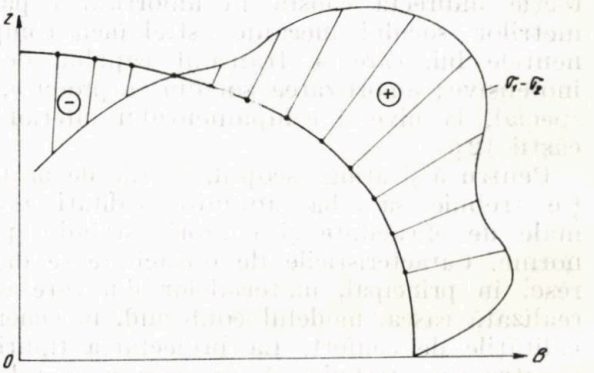


Fig. 3. Variația diferenței eforturilor unitare principale în lungul meridianului OB.

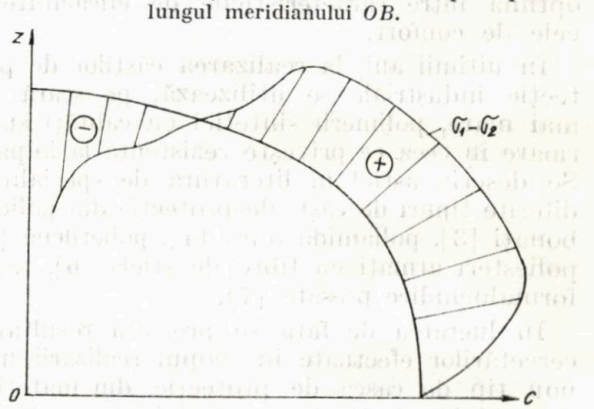


Fig. 4. Variația diferenței eforturilor unitare principale în lungul meridianului OC.

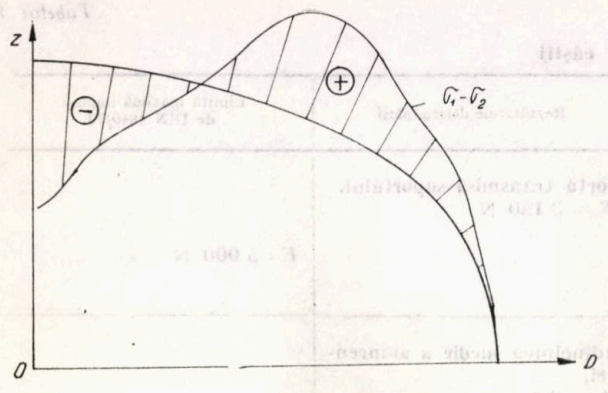


Fig. 5. Variaţia diferenţei eforturilor unitare principale în lungul meridianului *OD*.

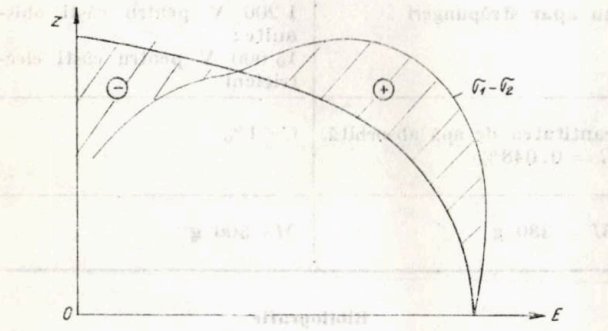


Fig. 6. Variaţia diferenţei eforturilor unitare principale în lungul meridianului *OE*.

Din examinarea acestor curbe, rezultă că efortul unitar tangenţial maxim creşte, pe meridiane, de la punctul de aplicare a forţei spre marginea calotei. Valoarea cea mai mare s-a obţinut pe meridianul *OB*, într-un punct situat la 90 mm de punctul de aplicare a forţei (271,05 daN/cm^2, calculat cu relaţia 2).

Descrierea modelului realizat

Pe baza rezultatelor obţinute în urma studiului fotoelastic, s-a proiectat şi realizat un nou model de cască de protecţie, avînd calota dimensionată în funcţie de repartiţia efortului unitar tangenţial.

Casca se compune din următoarele subansamble:

— calotă din textolit, de grosime variabilă, proporţională cu efortul tangenţial maxim stabilit în proba-martor, prevăzută cu trei nervuri de ranforsare longitudinale şi cu opt orificii de aerisire, dispuse lateral;

— bandă laterală de amortizoare;

— sistem de amortizare a şocului şi fixare pe cap, din polietilenă de joasă densitate, cu posibilităţi de reglare pentru orice mărime a circumferinţei capului;

— capişon detaşabil [9].

Parametrii de eficacitate şi confort ai modelului realizat

Prin dimensionarea optimă a calotei şi alegerea unui echipament interior corespunzător, s-a obţinut o creştere a parametrilor ce caracterizează gradul de protecţie şi confort pe care îl asigură casca, faţă de tipurile de căşti pentru mineri fabricate în mod curent la noi în ţară. Din tabelul 1 rezultă că, în privinţa rezistenţei la şoc şi penetraţie, a rigidităţii dielectrice, a absorbţiei de apă şi a masei, modelul realizat se încadrează în limitele stabilite de normele interne şi internaţionale pentru aceşti parametri.

Astfel, în urma încercării la şoc, conform DIN 4840/73, s-a constatat că după cinci loviri succesive calota nu se fisurează, partea ei interioară nu atinge suportul, iar forţa transmisă acestuia nu depăşeşte limita de 5 000 N ($F = 3\,150$ N). Încercări suplimentare au arătat că fisurarea calotei se produce prin căderea unui corp percutor de masă 17 kg de la înălţimea de 2 m.

Prin încercarea la penetraţie, în condiţiile stabilite de DIN 4840/73, amprentele obţinute pe calotă au fost mai mici de 5 mm ($A = 2{,}6$ mm). Materialul din care este realizată calota prezintă proprietăţi dielectrice bune, nefiind străpunse la tensiunea de 15 000 V timp de 1 min. Prin creşterea treptată a tensiunii şi a timpului de expunere s-a obţinut străpungerea calotei la o tensiune de 42 000 V şi un timp de expunere de 2 min.

Din încercările de laborator, efectuate, atît în condiţii normale, cît şi în condiţii de îmbătrînire artificială, rezultă că noul tip de cască nu-şi modifică parametrii de protecţie în intervalul de temperatură $-20 \div +45$°C, putînd fi utilizată în regiuni cu climă variată [10].

În privinţa parametrilor de confort, se constată că masa căştii ($M = 380$ g) se situează mult sub valoarea limită stabilită de DIN 4840/73, ceea ce conferă căştii comoditate la purtare. Sistemul reglabil de fixare pe cap asigură o bună stabilitate a căştii pentru orice dimensiune a capului. De asemenea, acest sistem este confecţionat din materiale cu rigiditate scăzută, compatibile cu epiderma, astfel încît se evită iritarea acesteia în zona de contact.

Caracteristicile constructive ale căştii permit reglarea aerisirii în interiorul calotei, asigurînd în această zonă un microclimat corespunzător din punct de vedere fiziologic.

Tabelul 1

Parametrii principali ai căştii

Nr. crt.	Denumirea parametrului	Condiţiile determinării	Rezultatele determinării	Limita maximă impusă de DIN 4840/73
1.	Rezistenţa la şoc	— corp percutor cu suprafaţa de lovire emisferică; — înălţimea de cădere, 1,5 m; — masa, 3 kg; — număr de loviri, 5	forţa transmisă suportului, $F = 3\,150$ N	$F < 5\,000$ N
2.	Rezistenţa la penetraţie	— corp percutor cu suprafaţa de lovire conică; — înălţimea de cădere, 1,5 m; — masa, 1,5 kg; — număr de loviri pe o cască, 5	adîncimea medie a amprentei, $A = 2{,}6$ mm	$A < 5$ mm
3.	Rigiditate dielectrică	— casca umedă, 24 h în soluţie de NaCl 0,3%; — tensiune, 15 000 V; — timp de expunere, 1 min.	nu apar străpungeri	1 200 V pentru căşti obişnuite; 15 000 V pentru căşti electricieni
4.	Absorbţia de apă	— casca îmbătrînită artificial la +45°C timp de 100 ore	cantitatea de apă absorbită, $C = 0{,}048\%$	$C < 1\%$
5.	Masa		$M = 380$ g	$M < 500$ g

Concluzii

Studiul fotoelastic al stării de tensiune în calotă în regim de efort static a condus la proiectarea şi realizarea unui nou tip de cască de protecţie pentru mineri, dimensionată optim. Valoarea parametrilor ce caracterizează gradul de protecţie şi confort pe care îl asigură casca se încadrează în normele internaţionale, situîndu-se la nivelul performanţelor mondiale în acest domeniu. Deşi proiectată special pentru muncitorii din sectorul minier, datorită caracteristicilor sale, casca poate fi utilizată şi în alte sectoare de activitate cum ar fi : metalurgie, construcţii de maşini, construcţii-montaj.

În urma bunelor rezultate obţinute la testările de laborator şi omologării ei, noul model de cască a intrat în fabricaţie de serie la întreprinderea „Flacăra" din Buzău sub denumirea de „Cască de protecţie din textolit tip M".

Bibliografie

[1] * * * Travail et sécurité. nr. 5, 1975, p. 287.

[2] Mayer, A. Cahiers de Notes Documentaires, nr. 87, 1977, p. 159.

[3] * * * Industrial Safety, nr. 2, 1979, p. 93.

[4] * * * *Protezzione del capo.* Catalog 1979, firma COMESA — Italia.

[5] * * * *Casque CHAMPION.* Prospect 1979, firma SPES — Franţa.

[6] * * * *Bobby — schultzhelme.* Prospect 1980, firma AUER — R.F.G.

[7] Mereţ, N., Pece, St. *Progrese în domeniul protecţiei individuale.* I.N.I.D., Bucureşti, 1977, p. 26.

[8] Holister, G. *Experimental stress Analysis.* Engeneering Series, Anglia, Cambridge, 1967, p. 72.

[9] Mereţ, N. *Studii şi cercetări cu privire la căştile de protecţie din materiale plastice.* Temă de cercetare I.C.S.P.M., Bucureşti, 1977.

[10] Pece, St. *Stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice ale unor căşti de protecţie din materiale plastice.* Temă de cercetare I.C.S.P.M., Bucureşti, 1977.

Influența creșterii nivelului mecanizării asupra structurii formațiilor de muncă în exploatarea minereurilor neferoase

Lect. univ. dr. **T. Hutira**
ing. **B. Keisz** și
ing. **L. Baresi**

În cadrul politicii economice a Partidului Comunist Român de construire a societății socialiste multilateral dezvoltate, extinderea mecanizării este tratată ca o componentă de importanță primordială a promovării progresului tehnic. Bazată pe folosirea cu eficiență tot mai mare a posibilităților oferite de revoluția tehnico-științifică contemporană, mecanizarea lucrărilor miniere beneficiază, în etapa actuală, de importante fonduri materiale, impunîndu-se utilizarea lor cu eficiență crescîndă, corespunzător exigențelor trecerii la o nouă calitate a activității de exploatare și valorificare a resurselor minerale.

Implementarea și utilizarea eficientă a mijloacelor de mecanizare este condiționată, într-o mare măsură, de adaptarea, din punct de vedere numeric și al calității, a forței de muncă a lucrătorilor la cerințele exploatării, întreținerii și reparării lor. Pornind de la aceste premize, am analizat corelația dintre nivelul tehnic al mijloacelor de muncă și structura formațiilor de muncă de la Exploatarea minieră Baia Sprie, unitate reprezentativă în ceea ce privește introducerea noilor tehnologii și a utilajelor miniere moderne.

Structura formațiilor de muncă a fost abordată din punct de vedere cantitativ, al numărului componenților, și calitativ, al structurii și nivelului calificării lor, dîndu-i-se trei accepțiuni :

— structura echipelor de muncitori care își desfășoară activitatea la nivelul abatajelor și înaintărilor ;

— structura formațiilor conduse de maiștri ;

— structura personalului sectoarelor miniere.

Investigarea situației existente și elaborarea soluțiilor de optimizare a structurii formațiilor de muncă a cuprins analiza situației de la locurile de muncă, a documentației existente, dialogul cu factorii implicați în procesul analizat și aplicarea unui chestionar pentru cunoașterea observațiilor și propunerilor existente în legătură cu numărul și criteriile de alcătuire a echipelor, precum și referitor la calitatea muncii de întreținere și reparare a utilajelor. Cu ajutorul chestionarului a fost investigat un eșantion reprezentativ, format din cincizeci de maiștri și șefi de echipă. Prelucrarea materialului informativ recoltat a permis formularea concluziilor și propunerilor de îmbunătățire a muncii, de alcătuire și conducere a formațiilor de muncă, prezentate în continuare.

La nivelul factorilor investigați există un deplin consens privind necesitatea generalizării și permanetizării practicii de alcătuire a echipelor de mineri, pe baza deciziei colective a șefului de sector, a șefilor de schimb, a maiștrilor minieri și a șefilor de echipă, asigurîndu-se astfel participarea la acest moment al procesului decizional a tuturor factorilor informați cu sistemul de cunoștințe, aptitudini și atitudini ale muncitorilor. Este important să precizăm că propunerile referitoare la această problemă s-au făcut pe baza dorinței autorilor lor de a participa, utilizînd competența lor profesională, la desfășurarea cu performanțe crescînde a activității exploatării miniere.

În momentul desfășurării analizei, minerii policalificați ca mecanizatori reprezentau o parte redusă din totalitatea muncitorilor, existînd, din această cauză, rezerve incomplet valorificate în domeniul antrenării minerilor la exploatarea rațională și la întreținerea mașinilor de încărcat și a perforatoarelor. Calea principală a mobilizării acestor rezerve este cuprinderea minerilor în cursuri de policalificare, în vederea însușirii profesiei de lăcătuș, cît și calificarea lăcătușilor ca mineri. Deoarece, pe această cale, rezultatele urmărite se pot obține doar după o perioadă de timp mai îndelungată, considerăm că o cale complementară celei menționate trebuie să fie cuprinderea în programele perfecționării profesionale a muncitorilor mineri a elementelor privind exploatarea și întreținerea mașinilor de încărcat și a perforatoarelor. Această propunere se bazează pe necesitatea evidentă a cunoașterii tot mai bune, de către cei care utilizează mijloacele de muncă, a construcției și a modului lor de funcționare, cît și pe necesitatea concentrării atenției personalului specializat în repararea utilajelor pe executarea lucrărilor mai complexe, implicate de scoaterea temporară a mijloacelor de muncă din procesul de producție. În acțiunile cu acest profil, repetate periodic, se impune cuprinderea tuturor componenților echipelor de mineri, calificați și necalificați, chiar dacă în domeniul înzestrării tehnice a muncii nu au intervenit schimbări, pentru a se întări competența și grija cu care sînt folosite mijloacele de muncă. În vederea folosirii mai eficiente a mașinilor de încărcat, este necesară pregătirea minerilor și pentru executarea operațiilor de verificare și întreținere a acestora la începutul lucrului, de schimbare săptămînală a lanțului pentru curățire și ungere, de

curățire și ungere regulată a funiilor de întindere, de schimbare lunară a garniturii filtrului, de ungere lunară a reductorului trenului și a reductorului cupei, de schimbare semestrială a uleiului din reductorul trenului, de ungere săptămînală a rulmentului tamburului de centrare, a bucșelor brațului și a rolei de centrare și a bucșelor de conducere a tampoanelor de la amortizoare și de ungere lunară a rulmenților rolelor de antrenare și de întoarcere, a rulmenților de pivotare și a articulațiilor exterioare ale cuplajelor de la tren.

O importantă formă a progresului tehnic este trecerea la utilizarea instalațiilor dotate cu componente hidraulice. Creșterea în acest fel a complexității mijloacelor de muncă impune adaptarea calificării muncitorilor la cerințele exploatării lor raționale. Necesitatea cuprinderii în programele cursurilor de perfecționare a muncitorilor, a elementelor care condiționează cunoașterea construcției și a exploatării echipamentelor cu acționare hidraulică nu mai trebuie demonstrată. Reclamă însă o atenție deosebită organizarea reparării acestor componente. Condițiile cerute de organizarea acestei activități exclude, considerăm noi, posibilitatea organizării ei în subteran, semne de întrebare apar privind eficiența organizării ei chiar la nivelul exploatărilor minere, impunîndu-se organizarea atelierelor de reparație și de producere a unor componente hidraulice pentru servirea mai multor exploatări minere, grupate spațial.

Asigurarea creșterii rolului maistrului în organizarea și asigurarea desfășurării eficiente a procesului de producție impune luarea în considerare a specificului exploatărilor miniere și sub forma stabilirii zonelor servite în funcție de repartizarea spațială a locurilor de muncă a muncitorilor din subordine, deplasarea de la un loc de muncă la altul manifestîndu-se ca o componentă mult mai importantă a muncii acestei categorii de personal decît în alte ramuri ale industriei. Acest specific al muncii maiștrilor mineri se constituie într-o restricție importantă privind asumarea de către ei, în unele schimburi productive, și a muncii de coordonare a întreținerii și reparării mijloacelor de muncă. Este o necesitate izvorîtă din nivelul atins de mecanizarea lucrărilor miniere asigurarea prezenței la nivelul sectoarelor miniere a unui maistru electromecanic, în fiecare schimb productiv. O soluție cu efect apropiat de aceasta este și asigurarea prezenței, în condițiile și la nivelul menționat, a cel puțin unui muncitor electromecanic specialist. În ambele cazuri este vorba, evident, de înlocuirea unui muncitor cu calificarea mai redusă cu unul din cadrele menționate.

La nivelul sectoarelor miniere se realizează îmbinarea activității tuturor categoriilor de muncitori, de calitatea organizării muncii lor depinzînd, în mare parte, fructificarea posibilităților oferite de mijloacele de mecanizare disponibile. Analiza situației existente la acest nivel a demonstrat necesitatea utilizării mai eficiente a fișelor de constatare întocmite cu ocazia reviziilor executate la mijloacele de muncă mecanice și a documentelor de predare-primire a utilajelor în și din reparație. Existînd și posibilitatea prelucrării cu ajutorul tehnicii electronice de calcul a acestor informații, se impune ca, pe baza precizării gradului și a datei următoarei intervenții care trebuie executată la fiecare mijloc de muncă și a permanentizării repartizării muncitorilor pe grupe de mașini și pe genuri de operații, să se asigure mai buna organizare a muncii din acest domeniu și din cel al planificării aprovizionării cu piese de schimb a exploatărilor miniere. De progresele obținute în aceste domenii depinde constituirea și permanentizarea existenței la nivelul sectoarelor miniere a unui parc activ de utilaje de rezervă, care să fie folosit de fiecare dată cînd procesul de producție se întrerupe din cauza defectării mijloacelor de muncă utilizate. În funcție de condițiile concrete existente în exploatările miniere, se impune amplasarea acestor utilaje în așa fel încît folosirea lor să se facă în perioade de timp scurte. Importanța acestor măsuri este accentuată de trecerea la utilizarea mașinilor și instalațiilor de mare capacitate, unitatea de timp de imobilizare a acestora soldîndu-se cu pierderi de producție mai mari decît în cazul mijloacelor cu capacitate mai mică.

Urmărirea și evidențierea frecvenței și a naturii defecțiunilor care intervin la diferitele tipuri de mijloace de muncă poate facilita repartizarea personalului de întreținere și de reparație în funcție de cerințele reale ale servirii procesului de producție, aplicarea teoriei firelor de așteptare permițînd optimizarea numărului acestui personal în ideea minimizării, concomitente, a numărului mijloacelor de muncă care sînt în așteptare, pentru a fi reparate, și a numărului personalului de întreținere momentan inactiv.

Bibliografie

[1] * * * *Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R. cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 și orientările de perspectivă pînă în 1990.* Ed. politică, București, 1979, pag. 21—22; 42—49.

[2] Nicolae Ceaușescu *Raport la cel de-al XII-lea Congres al P.C.R.* Ed. politică, București, 1979, pag. 24—32; 40—48.

[3] Caramete, V. ș.a. *Mecanizarea complexă a abatajelor frontale din stratele sub tavan natural cu grosimi sub 2 m.* Mine, Petrol și Gaze, vol. 30, nr. 7, 1979, pag. 320—322.

[4] Cotescu, I. *Realizări și direcții în procesul de mecanizare a minelor din Valea Jiului.* Mine, Petrol și Gaze, vol. 30, nr. 7, 1979, pag. 311—314.

[5] Cremenaşiu, T., Henţiu, V., Ciuta, Al. *Schimbarea tehnologiilor de exploatare, factor determinant în reducerea consumurilor specifice de materiale şi creşterea productivităţii muncii în cadrul C. M. Deva.* Mine, Petrol şi Gaze, vol. 29, nr. 5, 1978, pag. 205—207.

[6] Vraciu, M., Vasile, Gh., Gal, I. *Perfecţionarea tehnologiilor existente şi introducerea unor noi tehnologii în exploatarea minereurilor neferoase, efectele acestora asupra reducerii consumurilor şi creşterii productivităţii muncii.* Mine, Petrol şi Gaze, vol. 29, nr. 5, 1978, pag. 203—205.

Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare (I)

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Structura constructivă a coloanelor de tubare cu diametru mare

În contextul lucrării prezente, prin coloane de tubare cu diametru mare se înţeleg structurile metalice tubulare complexe, cu diametre nominale (interioare) de 1 000... ...6 000 mm şi lungimi (adîncimi) de 50...1 000 m, folosite pentru tubarea şi, deci, consolidarea peretelui puţurilor de mină, căilor de comunicaţie şi de serviciu ale marilor depozite subterane pentru hidrocarburi (amenajate în strate salifere ori în caverne stîncoase — naturale sau artificiale), puţurilor adînci destinate „îngropării" unor deşeuri nocive chimice sau de altă natură, altor puţuri privind protecţia sau valorificarea mediului şi a scoarţei terestre etc. De regulă, coloanele tubulare respective (fig. 1) se execută din oţeluri, în construcţie sudată, structura corespunzătoare incluzînd, ca sistem de bază, o manta cilindrică circulară rigidizată — transversal şi echidistant pentru intervale determinate — cu inele sau cu dispozitive inelare numite, în general, cintre.

Mantaua cilindrică se realizează din table roluite în virole, cu grosimi de perete $s = 10 \ldots$ ... 40 mm variabile în trepte cu lungimea (adîncimea). Aşadar, peretele mantalei prezintă o construcţie telescopată, de la caz la caz menţinîndu-se constant, fie diametrul interior D_i (de cele mai multe ori), fie diametrul exterior D_e (mai rar). Îmbinarea tablelor roluite în virole cilindrice şi a virolelor corespunzător conjugate în sistemul mantalei se face numai prin suduri continue cap la cap, de rezistenţă şi etanşeitate, într-un nod de sudură fiind permisă concurenţa a cel mult trei cusături sudate. În consecinţă, de la o virolă la altă virolă, alăturată, sudurile longitudinale se vor decala cu cel puţin 200 mm. Toate sudurile (longitudinale şi transversale) se execută în condiţiile de calitate rezultate din restricţia asigurării coeficientului de rezistenţă unitar ($\varphi = 1{,}00$), examinarea defectoscopică nedistructivă, dublă (cu lichide pene-

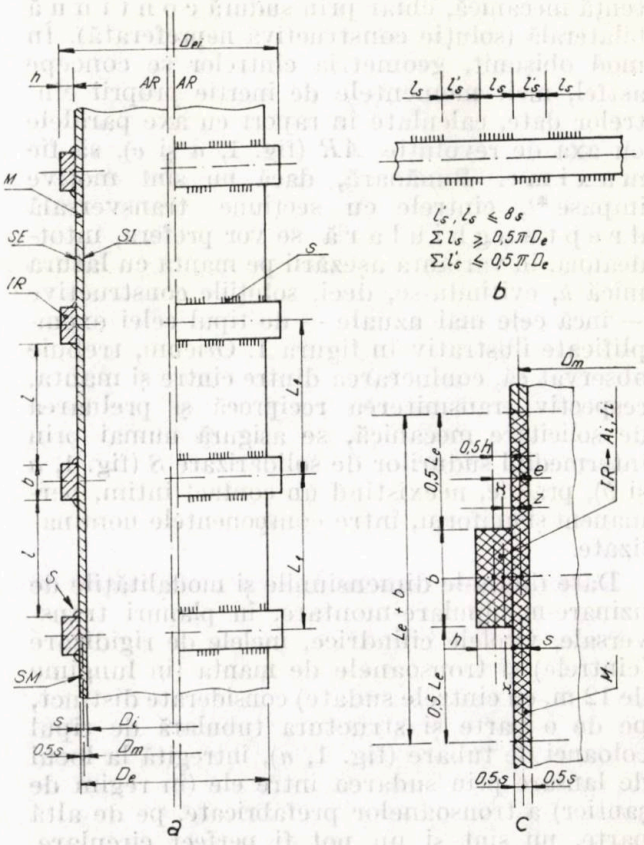


Fig. 1. Structura tubulară corespunzătoare coloanelor de tubare cu diametru mare:

a — schiţa constructivă; *b* — detaliul privind solidarizarea, prin sudură discontinuă alternată, a inelelor de rigidizare transversală cu tubulatura cilindrică circulară lungă de tip manta; *c* — schema de calcul privind stabilitatea elastomecanostatică a structurilor cilindrice circulare rigidizate transversal cu inele şi solicitate la presiune exterioară.

Notaţii: *SI*, *SM* şi *SE* reprezintă suprafeţele interioară, mediană şi, respectiv, exterioară ale mantalei *M*; *AR* — axa de revoluţie; *IR* — inelele de rigidizare (cintrele); *S* — sudurile de solidarizare; $D_i = D_m - s$, D_m, $D_e = D_m + s$ — diametrele de calcul interior, mediu şi, respectiv, exterior, în mm, ale structurii tubulare de tip manta; $s = 0{,}5\ (D_e - D_i)$ — grosimea de calcul, în mm, a peretelui structurii tubulare de tip manta; *b* şi *h* — dimensiunile (*b* — lungime; *h* — lăţime sau înălţime), în mm, ale secţiunii transversale a inelelor de rigidizare (cintrelor); D_{ei}, $D_{mi} = D_{ei} - h$ — diametrele exterior şi mediu, în mm, ale inelelor de rigidizare; *l* — distanţa, în mm, dintre inelele de rigidizare (cintrele) consecutive; L_1 — distanţa, în mm, dintre planurile succesive ale rigidizărilor transversale; $l_s \leq 8s$ — lungimea, în mm, a sudurilor discontinue de solidarizare *IR-M*; $l'_s \leq 8s$ — lungimea, în mm, a spaţiilor nesudate alternate cu sudurile de solidarizare; L_e — lungimea efectivă de conlucrare *IR-M*, în mm; *e* — distanţa, în mm, de la suprafaţa *SM* pînă la centrul geometric al secţiunii transversale *IR*; *z* — distanţa, în mm, de la suprafaţa *SM* pînă la centrul geometric al secţiunii transversale combinate, cuprinzînd secţiunea transversală *IR* şi o fişie de manta cu lungimea efectivă $0{,}5L_e$ de o parte şi de cealaltă parte a inelului (cintrului) dat; A_i, I_i — aria, în mm², şi momentul de inerţie, în mm⁴, ale secţiunii transversale a inelelor de rigidizare (cintrelor).

trante și cu ultrasunete, cu radiații penetrante X ori Γ sau cu pulberi magnetice) și calificată, fiind completă (100%).

Inelele de rigidizare transversală, respectiv cintrele, se practică, de regulă, la exterior și se execută din profiluri metalice simple (pătrate, dreptunghiulare, corniere cu aripi egale sau inegale , în formă de I, U, T, H etc.), compuse (dublu cornier, cu aripi alăturate ; dublu T ș.a.) sau chesonate (dublu cornier, cu aripi în prelungire ; dublu U, cu inimi în opoziție), solidarizarea lor cu mantaua materializîndu-se prin sudură d i s c o n t i n u ă alternată (fig. 1, *b*) cu $l_s \leqslant 8s$, $l'_s \leqslant 8s$ și $\Sigma l_s \geqslant 0{,}5\pi\ D_e = 1{,}571\ D_e$ sau, dacă aceasta rezultă din calculele de rezistență mecanică, chiar prin sudură c o n t i n u ă bilaterală (soluție constructivă nepreferată). În mod obișnuit, geometria cintrelor se concepe astfel, încît momentele de inerție proprii cintrelor date, calculate în raport cu axe paralele cu axa de revoluție *AR* (fig. 1, *a* și *c*), să fie m a x i m e. Bunăoară, dacă nu sînt motive impuse *), cintrele cu secțiune transversală d r e p t u n g h i u l a r ă se vor prefera, întotdeauna, în varianta așezării pe manta cu latura mică *h*, evitîndu-se, deci, soluțiile constructive — încă cele mai uzuale — de tipul celei exemplificate ilustrativ în figura 1. Oricum, trebuie observat că, conlucrarea dintre cintre și manta, respectiv transmiterea reciprocă și preluarea de solicitare mecanică, se asigură numai prin intermediul sudurilor de solidarizare *S* (fig. 1, *a* și *b*), practic, neexistînd un contact intim, permanent și uniform, între componentele nominalizate.

Date fiindu-le dimensiunile și modalitățile de uzinare-manipulare-montare, în planuri transversale, virolele cilindrice, inelele de rigidizare (cintrele) și tronsoanele de manta (în lungime de 12 m, cu cintrele sudate) considerate distinct, pe de o parte și structura tubulară de tipul coloanei de tubare (fig. 1, *a*), întregită la locul de lansare prin sudarea între ele (în regim de șantier) a tronsoanelor prefabricate, pe de altă parte, nu sînt și nu pot fi perfect circulare, ele prezentînd ușoare o v a l i z ă r i (fig. 2). Ovalitatea *OV* a coloanelor de tubare cu diametru mare, determinată — în diferite planuri diametrale (transversale) distanțate la circa 1 m unul față de celălalt — cu una din următoarele formule [5] :

$$OV = 100\,\frac{max.\,D_i - min.\,D_i}{Dn}, \quad \% \qquad (1)$$

$$OV = 200\,\frac{max.\,D_i - min.\,D_i}{max.\,D_i + min.\,D_i}, \quad \% \qquad (2)$$

*) Corespunzătoare stării dimensionale, configurației geometrice și profilului structural-tectonic ale puțului, respectiv amenajărilor și echipamentului din spațiul inelar, implicate în operațiile de cimentare etc.

va îndeplini condiția :

$$OV \leqslant 1{,}00\ \%, \qquad (3)$$

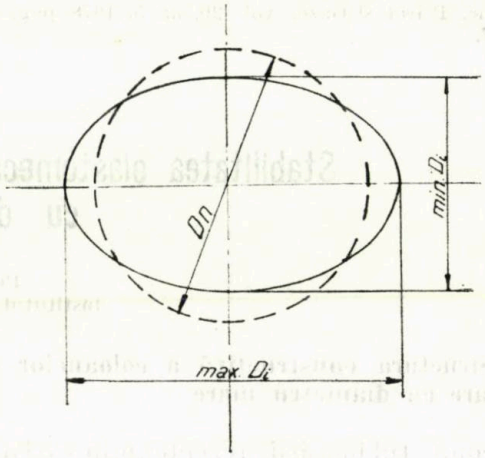


Fig. 2. Schema de calcul privind ovalitatea coloanelor de tubare cu diametru mare.

respectiv :

$$\Delta D_i = max.D_i - min.D_i \leqslant 0{,}01\ Dn \leqslant 20 \text{ mm}, \qquad (4)$$

sau (cînd din calcul rezultă o valoare mai mare) :

$$\Delta D_i = max.D_i - min.D_i \leqslant \frac{Dn + 1250}{200}, \text{ mm} \qquad (5)$$

în care diametrul interior n o m i n a l $D_i = Dn$ se introduce în mm.

II. Formularea problemei

Atît în condiții de lansare și cimentare, cît și în condiții de exploatare, coloanele de tubare cu diametru mare sînt solicitate, în principal, la :

a — p r e s i u n e e x t e r i o a r ă hidrostatică și/sau litostatică care, la un anumit nivel, se consideră ca fiind uniformă ; evident, acestei presiuni îi corespund efecte de c o m p r e s i u n e r a d i a l ă u n i f o r m ă ;

b — î n c o v o i e r e e x t e r i o a r ă, datorită conjugării coloanei de tubare rectilinii cu puțul avînd profilul sinuos și/sau chiar ușor deviat ; după cum se cunoaște, acestei solicitări îi corespund efecte locale de c o m p r e s i u n e l o n g i t u d i n a l ă n e u n i f o r m ă (d i n î n c o v o i e r e e x t e r i o a r ă pură sau oblică), în opoziție cu cele complementare de întindere longitudinală ;

c — întindere sau c o m p r e s i u n e p u r ă, longitudinală (axială), generată — în conjunctura specifică cunoscută — de acțiunea cîmpului gravific terestru și, deci, determinată de nivelul sarcinilor masice într-un plan transversal anumit ; desigur, în alternativa compre-

siunii pure, efectele corespunzătoare vor fi de compresiune longitudinală uniformă.

Ca atare, la proiectarea coloanelor de tubare în discuție se impune rezolvarea optimă, în mod distinct și cu aceeași atenție, a problemelor de rezistență mecanică și, concomitent, a problemelor de stabilitate elastomecanostatică.

Din punctul de vedere al rezistenței mecanice a coloanelor de tubare cu diametru mare, bazele proiectării au fost elaborate, în anul 1967, de către Southwest Research Institute (S.U.A.), beneficiar fiind Atomic Energy Comission (S.U.A.), metoda corespunzătoare de calcul fiind expusă pe larg, comentată și corectată, pe baza rezultatelor recent valorificate în R. F. Germania, în lucrarea [1]. Deocamdată, asupra metodei respective nu este cazul să se insiste, deoarece, în general, ea este elaborată în conformitate cu preceptele teoriei liniare clasice a învelișurilor de revoluție rigidizate transversal [2, 6].

În schimb, o metodă practică de calcul și, deci, de proiectare privind stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare, în prezent, nu se cunoaște în literatura de specialitate, nici în S.U.A., și nici în R. F. Germania, calculele de stabilitate limitîndu-se la simpla evaluare a presiunii critice superioare $p_{sup} \to p_{sup\,min}$ (stabilitatea în mic) cu formula particulară și aproximativă Windenburg-Trilling [7], adusă la forma [1]:

$$p_{sup\,min} = \frac{2{,}60E(s/D_m)^2}{(L_c/D_m)(s/D_m)^{-1/2} - 0{,}45}, \text{ N/mm}^2 \tag{6}$$

care este valabilă numai în condițiile panourilor cilindrice de lungime L_1 solicitate (nepractic) prin presiune exterioară uniformă multilaterală și atunci cînd $L_c = L_1 < L_{cr} = 1{,}1135\, D_m \sqrt{D_m/s}$, în care $L_c = L_1$ (fig. 1, *a*) este lungimea de calcul, în mm, iar L_{cr} reprezintă lungimea critică, în mm, mărimile L_c și L_{cr} fiind definite și determinate conform cu [2]. Prin E s-a notat modulul de elasticitate longitudinal al materialului de bază al coloanei de tubare, în N/mm². Pentru oțeluri, $E = 2{,}06 \cdot 10^5$ N/mm².

Sugestia lui Link [1] de a renunța la formula (6), în favoarea utilizării formulelor, de asemenea aproximative, ale lui Berger [7], nu constituie un progres principial și nu alterează opțiunea vizînd abordarea de fond a problemei în discuție.

Ca atare, în cele ce urmează, lucrarea prezentă fundamentează, într-o viziune modernă și inedită, calculul la stabilitate elastomecanostatică al coloanelor de tubare cu diametru mare, rezolvarea respectivă fiind finalizată [3; 4] la solicitarea Intreprinderii de foraj și lucrări geologice speciale (I.F.L.G.S.) a Ministerului Geologiei. Într-o lucrare anterioară [8], s-a studiat stabilitatea coloanelor de tubare a sondelor de petrol obișnuite.

III. Criteriul stabilității și condiția de stabilitate

Sub acțiunea solicitărilor care dau efecte de compresiune, se admite că colapsul elastomecanostatic al coloanelor de tubare cu diametru mare survine în condițiile simultaneității manifestării unor sarcini de tip distinct *), fiind apriori cunoscute valorile critice ale sarcinilor respective în alternativa exercitării lor separate, neconcomitente. Se presupune, mai întîi, că structurile în discuție au un singur grad de libertate dinamică și că asupra lor acționează două tipuri de sarcini (P și Q), studiindu-se, deocamdată, numai stabilitatea în mic.

Parametrii (adimensionali) $\bar{P}$ și $\bar{Q}$ ai sarcinilor se identifică cu coordonatele x și y în graficul din figura 3, notîndu-se cu $\bar{P}_{cr}$ și $\bar{Q}_{cr}$ valorile lor critice în condițiile acțiunii distincte și cu $\bar{P}^*_{cr}$, respectiv $\bar{Q}^*_{cr}$, valorile lor critice în condițiile acțiunii simultane, combinate. Se consideră punctul de solicitare $M(x, y) \to M(\bar{P}_0, \bar{Q}_0)$, pentru care $x \to \bar{P}_0 \in (0\,;\ \bar{P}^*_{cr})$ și $y \to \bar{Q}_0 \in (O\,;\ \bar{Q}^*_{cr})$, ceea ce înseamnă că punctul respectiv se află în domeniul în care starea de referință este stabilă.

Energia totală, corespunzătoare punctului M, se scrie sub forma [10]:

$$E_t = \frac{1}{2}(\alpha - \beta P_0 - \gamma Q_0)q^2 = \frac{1}{2}\theta_0 q^2,$$

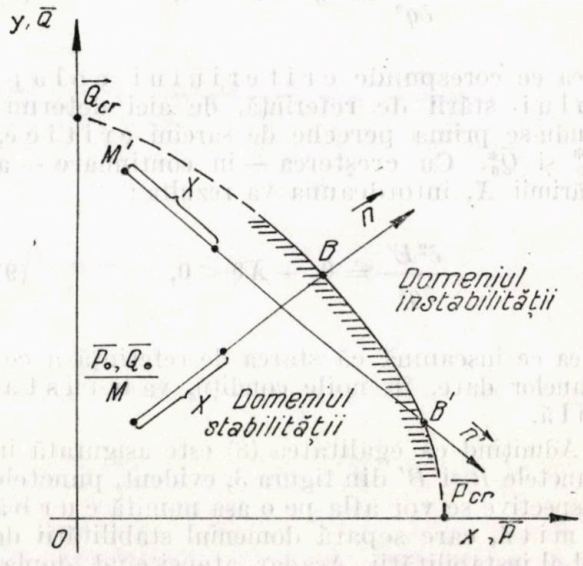


Fig. 3. Modelul geometric al trecerii coloanelor de tubare cu diametru mare din domeniul stabilității în cel al instabilității, în condițiile solicitării combinate.

*) În cazul general și pentru prima oară, problema stabilității elastice în condițiile solicitării combinate a fost rezolvată de Pankovici [9]. Aici se prezintă criteriul stabilității în contextul formulării date în lucrarea [2].

în care q este o coordonată generalizată, care se modifică atunci cînd se trece de la starea de referinţă la o stare nouă, învecinată.

Derivata parţială $\partial E_t/\partial q \to 0$ numai atunci cînd $q = 0$, în baza criteriului stabilităţii stării de referinţă rezultînd:

$$\partial^2 E_t/\partial q^2 = \theta_0 > 0. \tag{7}$$

Se modifică sarcinile P şi Q, operînd substituţiile $P = P_0 + Xk$ şi $Q = Q_0 + Xl$, în care mărimea X se ia în lungul razei directoare $\vec{n}$, iar k şi l reprezintă cosinuşii directori ai aceleiaşi raze. Deoarece lucrul mecanic al sarcinilor se scade din energia totală a coloanelor, pentru noua stare de echilibru rezultă:

$$E' = \frac{1}{2}(\theta_0 - X\vartheta)q^2; \quad \frac{\partial^2 E'}{\partial q^2} = \theta_0 - X\vartheta,$$

în care: $\vartheta = \beta k + \gamma l$.

Evident, dacă $k, l > 0$, atunci întotdeauna $\vartheta > 0$, respectiv, dacă $k, l < 0$, atunci întotdeauna $\vartheta < 0$. Cînd unul dintre parametrii k, l este pozitiv, iar celălalt este negativ (raza directoare $\vec{n}'$ în figura 3), se poate ca $\vartheta < 0$ sau $\vartheta > 0$. Aşadar, în funcţie de semnul algebric al lui ϑ, cu modificarea mărimii X, coloanele de tubare în discuţie se pot comporta în mod diferit.

Se presupune $\vartheta > 0$ şi, pentru un anumit X, oarecare, se obţine:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial q^2} = \theta_0 - X\vartheta = 0, \tag{8}$$

ceea ce corespunde criteriului colapsului stării de referinţă, de aici determinîndu-se prima pereche de sarcini critice, $\bar{P}_0^*$ şi $\bar{Q}_0^*$. Cu creşterea — în continuare — a mărimii X, întotdeauna va rezulta:

$$\frac{\partial^2 E'}{\partial q^2} = \theta_0 - X\vartheta < 0, \tag{9}$$

ceea ce înseamnă că starea de referinţă a coloanelor date, în noile condiţii, va fi instabilă.

Admiţînd că egalitatea (8) este asigurată în punctele B şi B' din figura 3, evident, punctele respective se vor afla pe o aşa numită curbă limită, care separă domeniul stabilităţii de cel al instabilităţii. Aşadar, atunci cînd, deplasîndu-se în lungul razei directoare $\vec{n}$ sau $\vec{n}'$, punctul M sau M' ajunge în B sau B', revenirea în domeniul stabilităţii nu mai este posibilă.

În cazul cînd $\vartheta < 0$, mărimea $\partial^2 E'/\partial q^2$ nu poate tinde la zero — conform cu (8) — şi, deci, punctul M sau M' dat nu poate ieşi în afara domeniului stabilităţii.

Aşadar, raza directoare, dusă dintr-un punct oarecare al domeniului stabilităţii coloanelor în cauză, într-o direcţie arbitrară poate, fie să intersecteze — dar numai o singură dată! — curba limită, fie să nu intersecteze această curbă.

Evident, curba limită BB', care îndeplineşte condiţiile enunţate mai înainte, nu poate fi niciodată concavă, ceea ce înseamnă că ea trebuie să se compună, fie din segmente de curbe convexe (*a* în fig. 4), fie din segmente de drepte (*b* în fig. 4), panta segmentelor respective urmînd să varieze monoton.

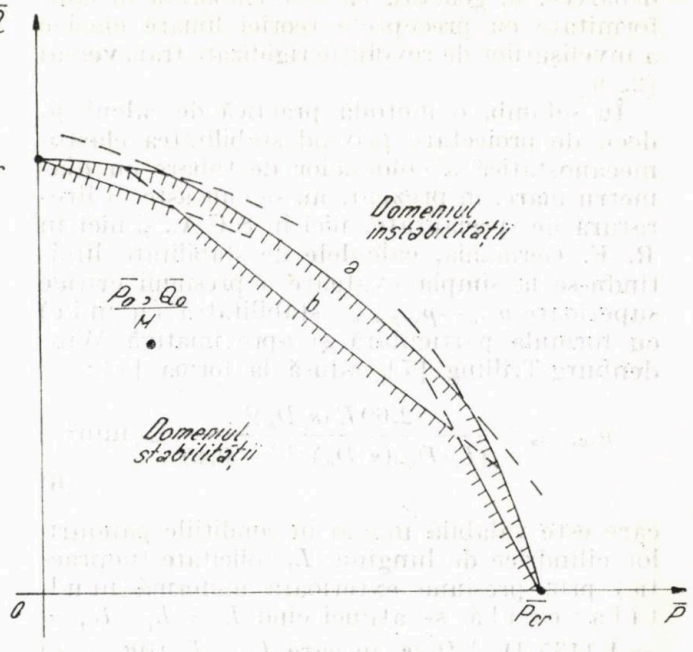


Fig. 4. Curbele limită, în forma lor generală, care separă domeniul stabilităţii de cel al instabilităţii în cazul coloanelor de tubare cu diametru mare.

Această din urmă concluzie permite să se determine valorile aproximative ale sarcinilor critice, în condiţiile solicitării combinate a coloanelor de tubare cu diametru mare. Astfel, unind cu o dreaptă punctele $\bar{P}_{cr}$ şi $\bar{Q}_{cr}$ (*b* în fig. 5), se obţine mulţimea punctelor (aparţinînd dreptei respective) care dau combinaţiile critice ale sarcinilor (P, Q), fie cu exactitate (deosebit de rar), fie în mod aproximativ, în acest din urmă caz, însă, cu un anumit şi cunoscut coeficient de siguranţă.

Se presupun cunoscute poziţiile tangentelor geometrice la curbele limită în punctele $P = P_{cr}$ şi $Q = Q_{cr}$ (*c* în fig. 5). Ca atare, curbele limită căutate trebuie să fie între dreapta

P_{cr} Q_{cr} și tangentele menționate, ecuația așa-numitei l i n i i d e s i g u r a n ț ă avînd forma (pentru $P_0 = P^*_{cr}$ și $Q_0 = Q^*_{cr}$, ecuația unei

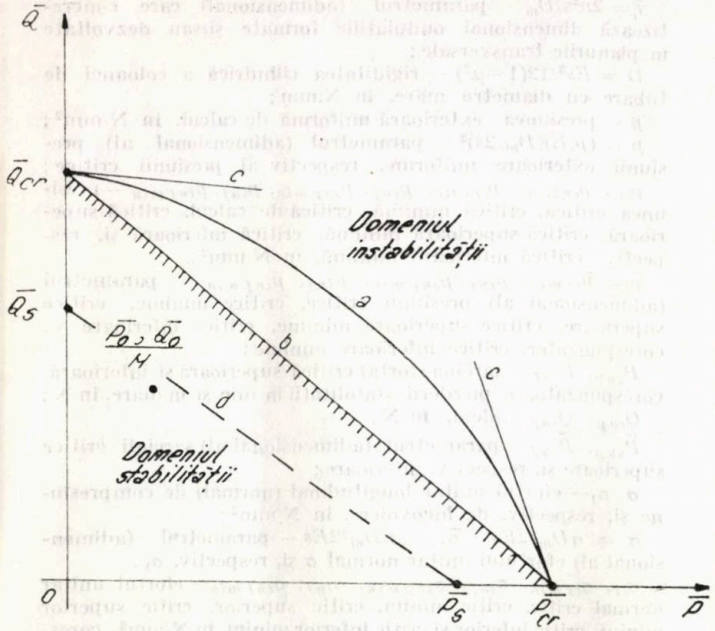


Fig. 5. Determinarea aproximativă a curbelor limită și de siguranță pentru cazul general al coloanelor de tubare cu diametru mare.

drepte prin tăieturi fiind: $x/a + y/b = 1$, în care $x = P^*_{cr}$, $y = Q^*_{cr}$, $a = P_{cr}$ și $b = Q_{cr}$):

$$\frac{P^*_{cr}}{P_{cr}} + \frac{Q^*_{cr}}{Q_{cr}} = 1. \qquad (10)$$

În forma sa generală, evident, c o n d i ț i a d e s t a b i l i t a t e, corespunzătoare coloanelor de tubare cu diametru mare, se va formula astfel:

$$\frac{P_0}{P_{cr}} + \frac{Q_0}{Q_{cr}} < 1, \text{ respectiv } \frac{P_0}{P_s} + \frac{Q_0}{Q_s} \leqslant 1, \qquad (11)$$

în care $P_s = P_{cr}/c_{sP}$ și $Q_s = Q_{cr}/c_{sQ}$ reprezintă sarcinile a d m i s i b i l e (m i n i m e) din punctul de vedere al stabilității (curba sau linia d în fig. 5), $c_{sP} > 1{,}00$ și $c_{sQ} > 1{,}00$ fiind coeficienții g l o b a l i de siguranță la stabilitate corespunzători.

Prin urmare, mulțimea punctelor de solicitare $M(\bar{P}_0, \bar{Q}_0) \rightarrow M(P_0\ Q_0)$, pentru care este asigurată restricția (11), aparține, în mod cert, domeniului stabilității coloanelor de tubare cu diametru mare, de la caz la caz, rezultînd, prescriindu-se sau impunîndu-se coeficienții globali de siguranță $c_s \rightarrow c_{sup} \geqslant 5{,}00$ pentru s t a b i l i t a t e a î n m i c și $c_s \rightarrow c_{inf} \geqslant 2{,}50$ pentru s t a b i l i t a t e a î n m a r e.

Dacă coloanele de tubare cu diametru mare sînt supuse acțiunii concomitente a t r e i s a r c i n i (P, Q și R) de tip diferit, care — toate — dau efecte de c o m p r e s i u n e, atunci corespunde un tablou spațial cu trei dimensiuni, obținîndu-se o s u p r a f a ț ă l i m i t ă (fig. 6), alcătuită din segmente de suprafețe curbe sau plane. Presupunîndu-se știute pozițiile planurilor tangente la suprafețele limită în punctele $P = P_{cr}$, $Q = Q_{cr}$ și $R = R_{cr}$, evident, suprafețele limită căutate trebuie să fie între planul drept $P_{cr}Q_{cr}R_{cr}$ (fig. 6) și planurile tangente

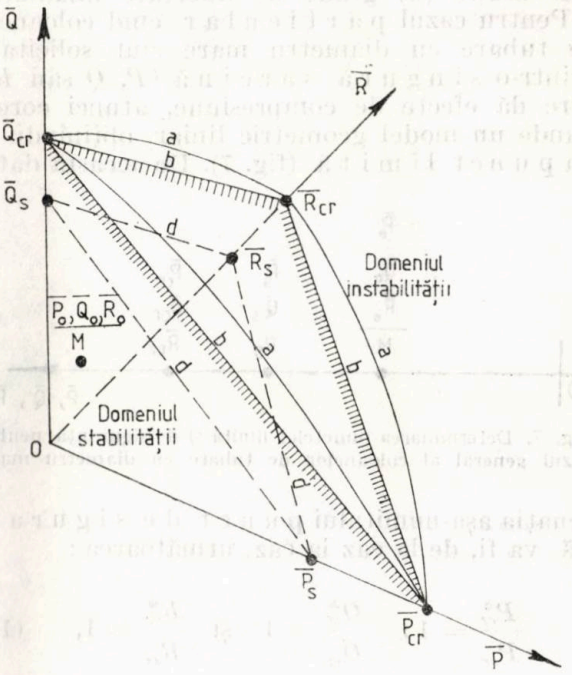


Fig. 6. Determinarea aproximativă a suprafețelor limită și de siguranță pentru cazul general al coloanelor de tubare cu diametru mare.

precizate, ecuația așa-zisei s u p r a f e ț e d e s i g u r a n ț ă avînd forma (pentru $x = P_0 = P^*_{cr}$, $y = Q_0 = Q^*_{cr}$ și $z = R_0 = R^*_{cr}$, ecuația planului cu ordonatele la origine $a = P_{cr}$, $b = Q_{cr}$ și $c = R_{cr}$ este: $x/a + y/b + z/c = 1$):

$$\frac{P^*_{cr}}{P_{cr}} + \frac{Q^*_{cr}}{Q_{cr}} + \frac{R^*_{cr}}{R_{cr}} = 1, \qquad (12)$$

de această dată, c o n d i ț i a d e s t a b i l i t a t e avînd următoarea configurație generală:

$$\frac{P_0}{P_{cr}} + \frac{Q_0}{Q_{cr}} + \frac{R_0}{R_{cr}} < 1, \qquad (13\,a)$$

respectiv:

$$\frac{P_0}{P_s} + \frac{Q_0}{Q_s} + \frac{R_0}{R_s} \leqslant 1, \qquad (13\,b)$$

în care $R_s = R_{cr}/c_{sR}$ este, de asemenea, o sarcină a d m i s i b i l ă (m i n i m ă) din punc-

tul de vedere al stabilității, $c_{sR} > 1{,}00$ fiind coeficientul global de siguranță la stabilitate corespunzător.

Cînd numărul solicitărilor diferite cu acțiune concomitentă, care dau efecte de compresiune, este mai mare decît trei, se impune apelarea la geometria spațiilor cu mai mult de trei dimensiuni. Concluzii analoge se pot evidenția, de asemenea, în cazurile mai complicate, dar nepractice, cînd se consideră mai multe (n) grade de libertate dinamică.

Pentru cazul particular cînd coloanele de tubare cu diametru mare sînt solicitate printr-o singură sarcină (P, Q sau R), care dă efecte de compresiune, atunci corespunde un model geometric liniar, obținîndu-se un punct limită (fig. 7). De această dată,

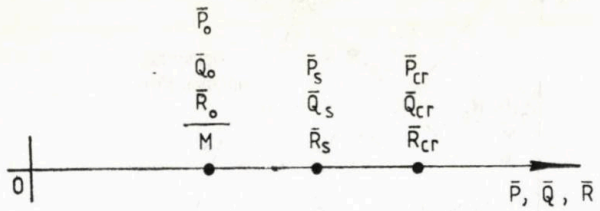


Fig. 7. Determinarea punctelor limită și de siguranță pentru cazul general al coloanelor de tubare cu diametru mare.

ecuația așa-numitului punct de siguranță va fi, de la caz la caz, următoarea:

$$\frac{P^*_{cr}}{P_{cr}} = 1; \quad \frac{Q^*_{cr}}{Q_{cr}} = 1 \quad \text{și} \quad \frac{R^*_{cr}}{R_{cr}} = 1, \qquad (14)$$

pentru condițiile de stabilitate corespunzătoare obținîndu-se expresiile:

$$\frac{P_0}{P_{cr}} < 1; \quad \frac{Q_0}{Q_{cr}} < 1 \quad \text{și} \quad \frac{R_0}{R_{cr}} < 1, \qquad (15\,a)$$

respectiv:

$$\frac{P_0}{P_s} \leqslant 1; \quad \frac{Q_0}{Q_s} \leqslant 1 \quad \text{și} \quad \frac{R_0}{R_s} \leqslant 1. \qquad (15\,b)$$

IV. Solicitarea concomitentă la compresiune longitudinală uniformă sau încovoiere exterioară și presiune exterioară uniformă

Se introduc următoarele notații și concepte noi:

x, y, z — coordonatele carteziene, în mm, ale mulțimii punctelor $M \in SM$ (fig. 1), axele de coordonate corespunzătoare fiind cele din teoria generală a învelișurilor de revoluție [2];

w — deplasările radiale, în mm, ale unui punct oarecare de pe suprafața mediană SM a coloanei de tubare (fig. 1);

μ — coeficientul de contracție transversală, respectiv coeficientul lui Poisson (pentru oțeluri, $\mu = 0{,}3$);

$m \geqslant 1$ și $n \geqslant 2$ — numărul ondulațiilor (buclelor, valurilor sau semiundelor) complete după care se produce pierderea de stabilitate a formei în direcțiile longitudinală (m) și transversală, respectiv circumferențială sau inelară (n), întotdeauna m și n fiind numere naturale ($m = 1, 2, 3, \ldots$ și $n = 2, 3, 4, \ldots$);

$\bar{\vartheta} = \pi m D_m / 2nL_c$ — parametrul (adimensional al) lungimii ondulațiilor după care survine pierderea de stabilitate, el caracterizînd configurația geometrică a colapsului, respectiv profilul geometric al ondulațiilor;

$\bar{\eta} = 2n^2 s / D_m$ — parametrul (adimensional) care concretizează dimensional ondulațiile formate și/sau dezvoltate în planurile transversale;

$D = Es^3/12(1-\mu^2)$ — rigiditatea cilindrică a coloanei de tubare cu diametru mare, în N.mm;

p — presiunea exterioară uniformă de calcul, în N/mm²;

$\bar{p} = (p/E)(D_m/2s)^2$ — parametrul (adimensional al) presiunii exterioare uniforme, respectiv al presiunii critice;

p_{cr}, $p_{cr\,min}$, $p_{cr\,calc}$, p_{sup}, $p_{sup\,min}$, p_{inf}, $p_{inf\,min}$ — presiunea critică, critică minimă, critică de calcul, critică superioară, critică superioară minimă, critică inferioară și, respectiv, critică inferioară minimă, în N/mm²;

$\bar{p}_{cr}$, $\bar{p}_{cr\,min}$, $\bar{p}_{sup}$, $\bar{p}_{sup\,min}$, $\bar{p}_{inf}$, $\bar{p}_{inf\,min}$ — parametrul (adimensional al) presiunii critice, critice minime, critice superioare, critice superioare minime, critice inferioare și, corespunzător, critice inferioare minime;

P_{sup}, P_{inf} — sarcina (forța) critică superioară și inferioară, corespunzătoare pierderii stabilității în mic și în mare, în N;

Q_{sup}, Q_{inf} — idem, în N;

$\bar{P}_{sup}$, $\bar{P}_{inf}$ — parametrul (adimensional al) sarcinii critice superioare și, respectiv, inferioare;

σ, σ_1 — efortul unitar longitudinal (normal) de compresiune și, respectiv, de încovoiere, în N/mm²;

$\bar{\sigma} = \sigma D_m / 2Es$, $\bar{\sigma}_1 = \sigma_1 D_m / 2Es$ — parametrul (adimensional al) efortului unitar normal σ și, respectiv, σ_1;

σ_{cr}, $\sigma_{cr\,min}$, σ_{sup}, $\sigma_{sup\,min}$, σ_{inf}, $\sigma_{inf\,min}$ — efortul unitar normal critic, critic minim, critic superior, critic superior minim, critic inferior și critic inferior minim, în N/mm², corespunzător solicitării la compresiune longitudinală uniformă;

$\sigma_{1\,cr}$, $\sigma_{1\,cr\,min}$, $\sigma_{1\,sup}$ $\sigma_{1\,sup\,min}$, $\sigma_{1\,inf}$, $\sigma_{1\,inf\,min}$ — idem, în N/mm², corespunzător solicitării la încovoiere exterioară;

$\bar{\sigma}_{sup}$, $\bar{\sigma}_{1\,sup}$, $\bar{\sigma}_{inf}$, $\bar{\sigma}_{1\,inf}$ — parametrul (adimensional al) efortului unitar critic superior (σ sau σ_1) și inferior (σ sau σ_1);

$p_s = p_{cr\,min}/c_{sp}$ — presiunea admisibilă (minimă) din punctul de vedere al stabilității, în N/mm²;

$\sigma_s = \sigma_{cr\,min}/c_{s\sigma}$ — efortul unitar admisibil (minim) din punctul de vedere al stabilității la compresiune longitudinală uniformă, în N/mm²;

$\sigma_{1s} = \sigma_{1\,cr\,min}/c_{s\sigma_1}$ — idem din punctul de vedere al stabilității la încovoiere exterioară, în N/mm²;

c_{sp}, $c_{s\sigma}$, $c_{s\sigma_1} \to c_{sup\,p}$, $c_{sup\,\sigma}$, $c_{sup\,\sigma_1} \geqslant 5{,}00$ sau $c_{inf\,p} \geqslant 3{,}50$, $c_{inf\,\sigma} \geqslant 1{,}50$, $c_{inf\,\sigma_1} \geqslant 1{,}86$ — coeficienții globali de siguranță la stabilitate, față de sarcinile critice superioare (sup → stabilitatea în mic) sau inferioare (inf → stabilitatea în mare), pentru solicitarea la presiune exterioară uniformă (p), compresiune longitudinală uniformă (σ) și încovoiere exterioară (σ_1).

1. *Stabilitatea în mic*

Pentru acest caz, problema studiată are următoarea soluție [2]:

$$\bar{\sigma} + \frac{\bar{p}}{\bar{\vartheta}^2} = \frac{1}{12(1-\mu^2)} \cdot \frac{(1+\bar{\vartheta}^2)^2}{\bar{\vartheta}^2}\,\bar{\eta} + \frac{\bar{\vartheta}^2}{(1+\bar{\vartheta}^2)\,\bar{\eta}}, \qquad (16)$$

pentru încovoierea exterioară $\bar{\sigma} \to \bar{\sigma}_1$. După cum se constată, pentru anumite valori ale parametrilor $\bar{\eta}$ și $\bar{\vartheta}$, mărimile $\bar{\sigma}$ și $\bar{p}$, respectiv $\bar{\sigma}_1$ și $\bar{p}$, sînt corelate între ele printr-o dependență liniară.

Conform celor stabilite anterior, dependențele de tipul (16) între $\bar{\sigma}$, respectiv $\bar{\sigma}_1$ și $\bar{p}$ trebuie să fie redate, mai exact, printr-o linie limită frîntă oarecare $ACDB$, așa cum se

ilustrează exemplificativ în figura 8. Unind punctele A și B cu așa-numita linie de siguranță, se obține, însă, o nouă dependență $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}(\bar{p})$ sau $\bar{\sigma}_1 = \bar{\sigma}_1(\bar{p})$, aproximativă, cu ajutorul căreia, în condițiile de solicitare date, se pot obține valorile critice superioare intermediare $\bar{\sigma}^*_{sup}$ sau $\bar{\sigma}^*_{1\,sup}$ și $\bar{p}^*_{sup\,min}$. Ca atare, suprafața triunghiulară AOB (fig. 8) constituie domeniul stabilității certe și dacă un punct de solicitare $M(\bar{\sigma}, \bar{p})$ sau $M(\bar{\sigma}_1, \bar{p})$ se află în interiorul sau pe conturul domeniului precizat, atunci

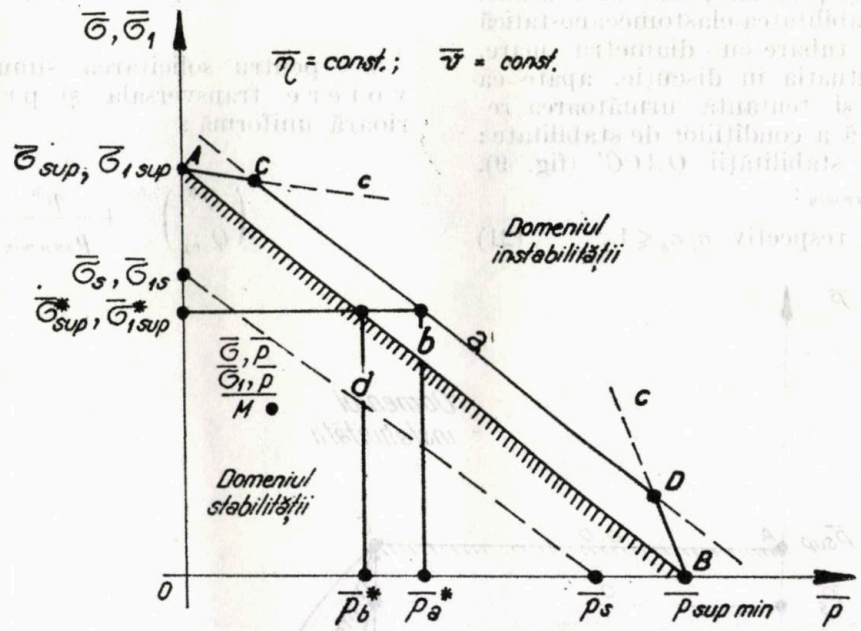


Fig. 8. Determinarea liniilor limită și de siguranță privind stabilitatea în mic, în cazul coloanelor de tubare cu diametru mare solicitate concomitent la compresiune longitudinală uniformă sau încovoiere exterioară și presiune exterioară uniformă.

coloana de tubare luată în studiu este, în mod cert, stabilă în mic.

Cînd $\bar{\sigma} \in (0, \bar{\sigma}^*_{sup})$, $\sigma_1 \in (0, \bar{\sigma}^*_{1\,sup})$ și $\bar{p} \in (0, \bar{p}^*_{sup\,min})$, în baza ecuației (10) și a condiției generale de stabilitate (11), se obține:

a — pentru solicitarea combinată la compresiune longitudinală uniformă și presiune exterioară uniformă:

$$\frac{\sigma^*_{sup}}{\sigma_{sup}} + \frac{p^*_{sup\,min}}{p_{sup\,min}} = 1; \qquad (17)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{sup}} + \frac{p}{p_{sup\,min}} < 1, \qquad (18\,a)$$

respectiv:

$$\frac{\sigma}{\sigma'_s} + \frac{p}{p'_s} \leqslant 1, \qquad (18\,b)$$

în care: $\sigma'_s = \sigma_{sup}/c_{sup\,\sigma}$ și $p'_s = p_{sup\,min}/c_{sup\,p}$;

b — pentru solicitarea concomitentă la încovoiere exterioară și presiune exterioară uniformă:

$$\frac{\sigma^*_{1\,sup}}{\sigma_{1\,sup}} + \frac{p^*_{sup\,min}}{p_{sup\,min}} = 1; \qquad (19)$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{1\,sup}} + \frac{p}{p_{sup\,min}} < 1, \qquad (20\,a)$$

respectiv:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma'_{1s}} + \frac{p}{p'_s} \leqslant 1, \qquad (20\,b)$$

în care $\sigma'_{1s} = \sigma_{1\,sup}/c_{sup\,\sigma_1}$, expresiile (18 b) (20 b) constituind forma practică, utilizabilă ca atare direct în proiectare (pentru dimensionare sau verificare, pe considerente de stabilitate), a condiției de stabilitate.

Din figura 8 se vede că valorile $\bar{\sigma}^*_{sup} \to \sigma^*_{sup}$, $\bar{\sigma}^*_{1\,sup} \to \sigma^*_{1\,sup}$ și $\bar{p}^*_{sup\,min} \to p^*_{sup\,min}$, care intervin în ecuațiile (17) și (19), determină mărimi critice superioare (minime) ceva mai mici decît cele care corespund liniei limită $ACDB$, ceea ce înseamnă că, în alternativa studiată, calculele practice sînt acoperitoare, existînd, deci, o oarecare rezervă de stabilitate elastomecanostatică, de care, însă, nu se va putea ține seama în activitatea practică de proiectare.

Studiind, teoretic și experimental, stabilitatea elastomecanostatică a structurilor cilindrice circulare rigidizate transversal cu inele de tipul cintrelor, în condițiile acțiunii simultane a compresiunii longitudinale uniforme ($\bar{P} \rightarrow P$, în N) și presiunii exterioare uniforme ($\bar{p} \rightarrow p$, în N/mm²), Boros și Tennyson [11] au constatat că P_{sup} rămîne, practic, constant, atîta vreme cît presiunea exterioară nu atinge 70...80% din $p_{sup\,min}$. Prin urmare, liniile limită și de siguranță corespunzătoare ar trebui să aibă configurația geometrică redată în figura 9, această rezolvare impunînd, încă, studii de fundamentare și precizare, mai ales atunci cînd ea privește stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare. Oricum, pentru situația în discuție, apare ca fiind interesantă și tentantă următoarea reformulare evidentă a condițiilor de stabilitate:

— în domeniul stabilității $OACC'$ (fig. 9), în care $p \leqslant 0{,}7\, p_{sup\,min}$:

$$\sigma/\sigma_{sup} < 1, \text{ respectiv } \sigma/\sigma_s \leqslant 1; \qquad (21)$$

s-au aplicat, atît forțe axiale (longitudinale) uniforme de compresiune P, în N, cît și forța transversală Q, în N, cu efecte de încovoiere. În urma prelucrării rezultatelor experimentale prin procedeul celor mai mici pătrate și utilizării teoremei lui Pankovici, Tils a obținut următoarele expresii de calcul:

a — pentru solicitarea simultană la compresiune longitudinală uniformă și încovoiere transversală:

$$\left(\frac{P^*}{P_{sup}}\right)^{1{,}112} + \frac{Q^*}{Q_{sup}} = 1; \qquad (22)$$

b — pentru solicitarea simultană la încovoiere transversală și presiune exterioară uniformă:

$$\left(\frac{Q^*}{Q_{sup}}\right)^{2{,}55} + \frac{p^*}{p_{sup\,min}} = 1. \qquad (23)$$

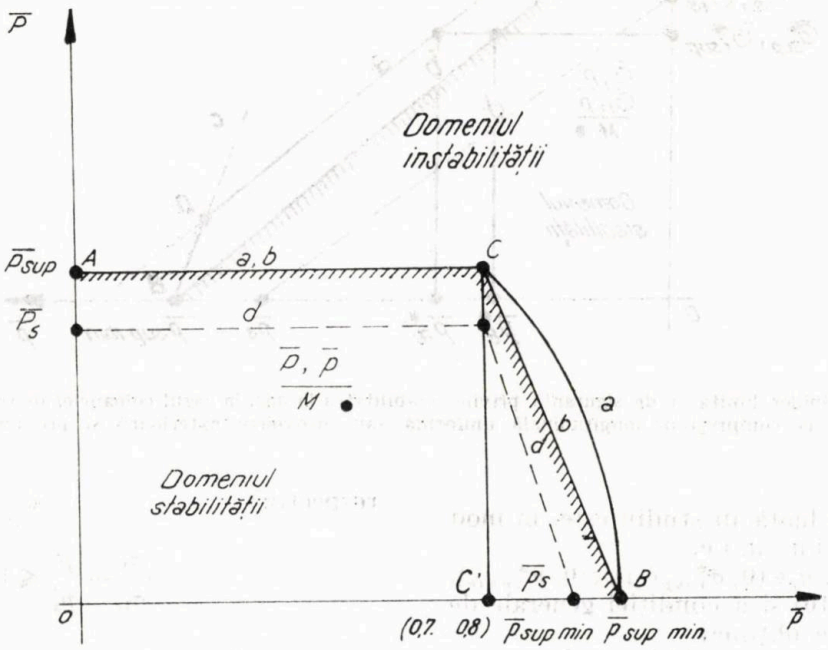


Fig. 9. Liniile limită și de siguranță corespunzătoare rezolvării Boros-Tennyson, formulate pentru structurile cilindrice circulare rigidizate transversal cu inele și solicitate concomitent la compresiune longitudinală uniformă și presiune exterioară uniformă.

— în domeniul stabilității $CC'B$ (fig. 9), în care $p \in (0{,}7 p_{sup\,min};\ p_{sup\,min})$, rămîn valabile restricțiile cunoscute (18).

Pentru informare, documentare și orientare se mai menționează că Tils [12] a studiat experimental stabilitatea elastomecanostatică a tubulaturilor de tip consolă încastrată, cu $L_c/D_m = 3{,}5$ și $D_m/2s = 850$, care s-au executat din foiță de aluminiu și care aveau, în zona mijlocie, o fantă pe partea inferioară. Capătul liber al tubulaturilor respective a fost rigidizat transversal cu un inel, pe care

2. *Stabilitatea în mare*

Conform cu datele experimentale cunoscute [16], pierderea stabilității elastomecanostatice în mare, în condițiile acțiunii simultane a două sarcini diferite, este însoțită de formarea distorsiunilor (ondulațiilor) cu caracter complex, mai prelungi, în direcție longitudinală, decît în cazul acțiunii distincte numai a compresiunii longitudinale uniforme.

Rezolvarea problemei stabilității în mare, adică a problemei neliniare, pentru cazul

general, dată de Agamirov—Volmir [13] și Terebușko [14, 15], permite concluzia finală că, pentru determinarea valorilor inferioare ale sarcinilor critice, se poate de asemenea utiliza o ecuație de tipul (10), rezultînd direct următoarele expresii de calcul:

a — pentru solicitarea concomitentă la compresiune longitudinală uniformă și presiune exterioară uniformă:

$$\frac{\sigma^*_{inf}}{\sigma_{inf}} + \frac{p^*_{inf\,min}}{p_{inf\,min}} = 1; \qquad (24)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{inf}} + \frac{p}{p_{inf\,min}} < 1, \qquad (25\,a)$$

respectiv:

$$\frac{\sigma}{\sigma''_s} + \frac{p}{p''_s} \leqslant 1, \qquad (25\,b)$$

în care $\sigma''_s = \sigma_{inf}/c_{inf\,\sigma}$ și $p''_s = p_{inf\,min}/c_{inf\,p}$;

b — pentru solicitarea concomitentă la încovoiere exterioară și presiune exterioară uniformă:

$$\frac{\sigma^*_{1\,inf}}{\sigma_{1\,inf}} + \frac{p^*_{inf\,min}}{p_{inf\,min}} = 1; \qquad (26)$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{1\,inf}} + \frac{p}{p_{inf\,min}} < 1, \qquad (27\,a)$$

respectiv:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma''_{1s}} + \frac{p}{p''_s} \leqslant 1, \qquad (27\,b)$$

în care $\sigma''_{1s} = \sigma_{1\,inf}/c_{inf\,\sigma_1}$, σ^*_{inf} și $\sigma^*_{1\,inf}$, respectiv $p^*_{inf\,min}$, fiind valorile critice inferioare, intermediare, ale parametrilor $\bar{\sigma}$, $\bar{\sigma}_1$ și, corespunzător, $\bar{p}$.

De reținut că valorile experimentale $\bar{\sigma}$, $\bar{\sigma}_1$ și $\bar{p}$, obținute de către Agamirov, s-au înscris în domeniul stabilității delimitat prin liniile de siguranță de tipul (17) sau (19) și, corespunzător, (24) sau (26), ceea ce confirmă rigurozitatea și, deci, valabilitatea condițiilor de stabilitate (18) și (20), respectiv (25) și (27).

V. Solicitarea concomitentă la compresiune longitudinală uniformă, încovoiere exterioară și presiune exterioară uniformă

În baza ecuației (12) și a condiției generale de stabilitate (13), rezultă direct:

a — pentru stabilitatea în mic:

$$\frac{\sigma^*_{sup}}{\sigma_{sup}} + \frac{\sigma^*_{1\,sup}}{\sigma_{1\,sup}} + \frac{p^*_{sup\,min}}{p_{sup\,min}} = 1; \qquad (28)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{sup}} + \frac{\sigma_1}{\sigma_{1\,sup}} + \frac{p}{p_{sup\,min}} < 1; \qquad (29)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma'_s} + \frac{\sigma_1}{\sigma'_{1s}} + \frac{p}{p'_s} \leqslant 1; \qquad (30)$$

b — pentru stabilitatea în mare:

$$\frac{\sigma^*_{inf}}{\sigma_{inf}} + \frac{\sigma^*_{1\,inf}}{\sigma_{1\,inf}} + \frac{p^*_{inf\,min}}{p_{inf\,min}} = 1; \qquad (31)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{inf}} + \frac{\sigma_1}{\sigma_{1\,inf}} + \frac{p}{p_{inf\,min}} < 1; \qquad (32)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma''_s} + \frac{\sigma_1}{\sigma''_{1s}} + \frac{p}{p''_s} \leqslant 1. \qquad (33)$$

În alternativa particulară, cînd presiunea exterioară lipsește, în (28)—(33) se face $p^*_{sup,\,inf\,min} = 0$ și, corespunzător, $p = 0$, obținîndu-se:

$$\frac{\sigma^*_{sup}}{\sigma_{sup}} + \frac{\sigma^*_{1\,sup}}{\sigma_{1\,sup}} = 1; \qquad \frac{\sigma^*_{inf}}{\sigma_{inf}} + \frac{\sigma^*_{1\,inf}}{\sigma_{1\,inf}} = 1; \qquad (34)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{sup}} + \frac{\sigma_1}{\sigma_{1\,sup}} < 1; \qquad \frac{\sigma}{\sigma_{inf}} + \frac{\sigma_1}{\sigma_{1\,inf}} < 1; \qquad (35)$$

$$\underbrace{\frac{\sigma}{\sigma'_s} + \frac{\sigma_1}{\sigma'_{1s}} \leqslant 1;}_{\text{stabilitatea în mic}} \qquad \underbrace{\frac{\sigma}{\sigma''_s} + \frac{\sigma_1}{\sigma''_{1s}} \leqslant 1.}_{\text{stabilitatea în mare}} \qquad (36)$$

Dacă lipsește acțiunea încovoierii exterioare atunci din (28)—(33) rezultă imediat formulele cunoscute (17) și (18), iar în cazul cînd lipsește compresiunea longitudinală uniformă, din aceleași expresii generale se obțin nemijlocit formulele știute (19) și (20).

VI. Solicitarea singulară la compresiune longitudinală uniformă, încovoiere exterioară sau presiune exterioară uniformă

În situațiile, cu totul particulare, cînd sarcinile au acțiuni singulare distincte, conform ecuației generale (14) a punctului de siguranță și condițiilor de stabilitate (15), se obține:

a — pentru stabilitatea în mic:

$$\sigma^*_{sup}/\sigma_{sup} = 1; \quad \sigma^*_{1\,sup}/\sigma_{1\,sup}; \quad p^*_{sup\,min}/p_{sup\,min} = 1; \qquad (37)$$

$$\sigma/\sigma_{sup} < 1; \quad \sigma_1/\sigma_{1\,sup} < 1; \quad p/p_{sup\,min} < 1; \qquad (38)$$

$$\sigma/\sigma'_s \leqslant 1; \quad \sigma_1/\sigma'_{1s} \leqslant 1; \quad p/p'_s \leqslant 1; \qquad (39)$$

a — pentru stabilitatea în mare:

$$\sigma^*_{inf}/\sigma_{inf}=1;\quad \sigma^*_{1\,inf}/\sigma_{1\,inf}=1;\quad p^*_{inf\,min}/p_{inf\,min}=1; \tag{40}$$

$$\sigma/\sigma_{inf}<1;\qquad \sigma_1/\sigma_{1\,inf}<1;\qquad p/p_{inf\,min}<1; \tag{41}$$

$$\sigma/\sigma''_s\leqslant 1;\qquad \sigma_1/\sigma''_{1s}\leqslant 1;\qquad p/p''_s\leqslant 1. \tag{42}$$

solicitarea la compresiune longitudinală uniformă — *solicitarea la încovoiere exterioară* — *solicitarea la presiune exterioară uniformă*

1. *Solicitarea la compresiune longitudinală uniformă*

Conform cu [2], determinarea eforturilor unitare critice, pentru această alternativă singulară, corespunzătoare coloanelor de tubare cu diametru mare ($D_m/2s<250$), executate din oţeluri ($\mu = 0{,}3$), se poate face cu următoarea formulă fundamentală generală:

$$\sigma_{cr} = {}_r c_e E\frac{s}{D_m} = k_{cr}\frac{s}{D_m}, \tag{43}$$

în care, după caz, σ_{cr} este σ_{sup} (pentru $c_{cr} = 2\bar{\sigma}_{sup}$, respectiv $k_{cr} = 2\bar{\sigma}_{sup}E$ şi $\bar{\sigma}_{sup} = 0{,}6052$) în condiţiile stabilităţii în mic sau σ_{inf} (pentru $c_{cr} = 2\bar{\sigma}_{inf}$, respectiv $k_{cr} = 2\bar{\sigma}_{inf}E$ şi $\bar{\sigma}_{inf} = 0{,}180$) în condiţiile stabilităţii în mare.

Aşadar, în situaţia solicitării singulare la compresiune longitudinală uniformă, stabilitatea elastomecanostatică şi, deci, capacitatea portantă corespunzătoare a coloanelor de tubare cu diametru mare este condiţionată numai de caracteristicile elastice (E şi μ) ale materialelor de bază utilizate şi de dimensiunile (D_m şi s ale) secţiunii transversale curente, fiind independentă de lungimea (adîncimea) proprie, distanţa dintre cintre etc. Se va mai remarca, de asemenea, diferenţa valorică mare dintre parametrii $\bar{\sigma}_{sup}$ şi $\bar{\sigma}_{inf}$, întrucît $\bar{\sigma}_{sup}/\bar{\sigma}_{inf} = 3{,}362$.

În condiţiile colapsului liniar (în mic), forma distorsionată a coloanelor de tubare analizate va fi de tipul celei reprezentate în figura 10,*a*, dacă pierderea de stabilitate este axial simetrică şi în figura 10,*b*, dacă pierderea de stabilitate este axial nesimetrică. În primul caz, calculul lungimii l_x, în mm, a ondulaţiilor longitudinale, se poate efectua cu formula [2]:

$$l_x = L_1/m = 1{,}222\sqrt{D_m s}, \tag{44}$$

rezultînd:

$$m = \frac{L_1}{1{,}222\sqrt{D_m s}}. \tag{45}$$

Trebuie menţionat, însă, că, în realitate, colapsul coloanelor de tubare cu diametru mare are caracter neliniar (în mare) şi nu

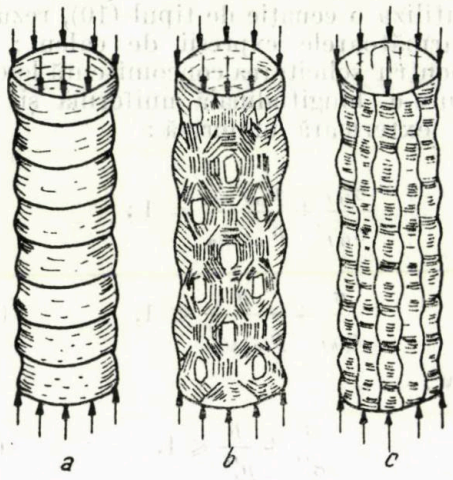


Fig. 10. Formele distorsionate tipice ale coloanelor de tubare cu diametru mare solicitate la compresiune longitudinală uniformă:

a — colapsul liniar (în mic) este axial simetric; *b* — colapsul liniar (în mic) este axial nesimetric, cu distorsiuni dispuse în alternanţa tablei de şah; *c* — colapsul neliniar (în mare) este axial nesimetric, cu distorsiuni romboidale.

se identifică cu nici una din formele distorsionate ilustrate în figura 10,*a* şi *b*. Practic, în locul unor burdușiri şi scofîlciturl cvasidreptunghiulare, dispuse în alternanţa tablei de şah (fig. 10,*b*) şi orientate — succesiv — înspre şi dinspre interior, se formează burdușiri şi scofîlciturl, romboidale, de forma şi tipul celor ilustrate reprezentativ în figura 10,*c*. Asemenea distorsiuni, a căror adîncime, chiar în primul moment al colapsului, poate fi comparabilă cu grosimea de perete s, de regulă, apar brusc şi, în majoritatea situaţiilor practice, sînt dispuse în două sau trei briie adiacente.

În condiţiile solicitării la compresiune longitudinală uniformă, interesantă este acţiunea restabilizatoare a presiunii interioare, care îngreuiază colapsul cu formarea unor scofîlciturl adînci şi, astfel, schimbă caracterul pierderii de stabilitate. Pentru presiuni interioare mici, scofîlciturile sînt riguros de tipul celor specifice compresiunii longitudinale uniforme (fig. 10), cu precizarea că ondulaţiile corespunzătoare se extind preponderent în planurile transversale, adică în direcţiile inelare. Cu creşterea presiunii interioare uniforme, efectul lungirii circumferenţiale a ondulaţiilor se accentuează (fig. 11) şi, pentru presiuni suficient de înalte, seria micilor ondulaţii este înlocuită prin nişte cute continue, inelare, astfel că forma de colaps elastomecanostatic devine axial simetrică (fig. 10,*a*).

Generalizînd soluţia Kempner [17] la alternativa cînd compresiunea axială uniformă acţionează concomitent cu presiunea interioară uniformă, se constată că efortul unitar

critic inferior σ_{inf} crește cu creșterea presiunii p_i (fig. 11). Pentru $p_i = 0$, respectiv $\bar{p}_i = 0$, rezultă $\bar{\sigma}_{inf} = 0{,}180$ (valoare cunoscută), iar

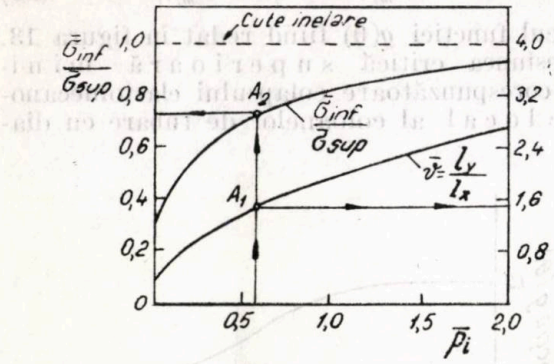


Fig. 11. Efectele presiunii interioare uniforme asupra stabilității elastomecanostatice a structurilor de tipul coloanelor de tubare cu diametru mare solicitate la compresiune longitudinală uniformă [2].

Notații: $l_y = \pi D_m/2n$ — lungimea ondulațiilor (buclelor, valurilor sau semiundelor) complete, în mm formate și/sau dezvoltate în planurile transversale, respectiv în direcție inelară; $\vartheta = l_y/l_x = \pi m D_m/2nL_1$ — parametrul care are semnificația anterioară; $\bar{p}_i = (p_i/E)\,(D_m/2s)^2\,\sqrt{3(1-\mu^2)}$ — parametrul (adimensional) presiunii interioare uniforme p_i (în N/mm²).

pentru $\bar{p}_i = 2$, practic, $\bar{\sigma}_{inf} \to \bar{\sigma}_{sup}$ (cu formarea cutelor inelare). De remarcat că influența presiunii interioare uniforme crește sensibil în intervalul $\bar{p}_i \in (0{,}0;\ 0{,}5)$, simplexul dimensional $\vartheta = l_y/l_x$ amplificîndu-se repede cu creșterea parametrului $\bar{p}_i$.

2. *Solicitarea la încovoiere exterioară pură*

Pentru această alternativă singulară, corespunzătoare, de asemenea, coloanelor de tubare cu diametru mare, executate din oțeluri, determinarea eforturilor unitare critice se poate face cu următoarea formulă fundamentală generală:

$$\sigma_{1\,cr} = c_{1\,cr}\,E\,\frac{s}{D_m} = k_{1\,cr}\,\frac{s}{D_m}, \qquad (46)$$

în care, după situație, $\sigma_{1\,cr}$ este $\sigma_{1\,sup}$ (pentru $c_{1\,cr} = 2\bar{\sigma}_{1\,sup}$, respectiv $k_{1\,cr} = 2\bar{\sigma}_{1\,sup}\,E$ și $\bar{\sigma}_{1\,sup} = 0{,}6052$) în condițiile stabilității în mic sau $\sigma_{1\,inf}$ (pentru $c_{1\,cr} = 2\bar{\sigma}_{1\,inf}$, respectiv $k_{1\,cr} = 2\bar{\sigma}_{1\,inf}\,E$ și $\bar{\sigma}_{1\,inf} = 0{,}225$) în condițiile stabilității în mare.

Atunci cînd, acționînd și presiunea interioară uniformă, încovoierea pură este hotărîtor determinată de eforturile unitare normale (σ) maxime de compresiune (cazurile cu $L_c = L_1 > 2D_m$), conform cu (48), rezultă $\bar{\sigma}_{1\,inf} = 1{,}25\,\bar{\sigma}_{inf}$, ceea ce înseamnă o majorare cu 25% a parametrului $\bar{\sigma}_{inf}$, obținut din graficul redat în figura 11, ca efect favorabil al presiunii interioare.

Dacă, însă, acționînd și presiunea interioară uniformă, încovoierea pură este hotărîtor determinată de eforturile unitare tangențiale (τ, N/mm²) maxime (cazurile cu $L_c = L_1 < 2D_m$), atunci studiile de stabilitate elastomecanostatică privind coloanele de tubare cu diametru mare se efectuează analog celor corespunzătoare colapsului structurilor tubulare solicitate concomitent la răsucire și presiune interioară uniformă [10].

3. *Solicitarea la (încovoiere din) compresiune oblică*

În alternativa singulară a încovoierii din compresiune oblică (excentrică), corespunzătoare tot coloanelor de tubare cu diametru mare ($D_m/2s < 250$), executate din oțeluri ($\mu = 0{,}3$), mai întîi se calculează următorul factor:

$$\alpha = 1 - \sigma_2/\sigma_1, \qquad (47)$$

în care σ_1 este efortul unitar normal maxim de compresiune, în N/mm² și σ_2 — efortul unitar normal (de întindere) din capătul opus al diametrului D_m (cu considerarea semnului), în N/mm².

Apoi, efortul unitar critic superior $\sigma_{1\,sup}$ se determină direct cu formula cunoscută corespunzătoare (46), iar efortul unitar critic inferior $\sigma_{1\,inf}$ se obține tot cu (46), însă numai după evaluarea parametrului $\bar{\sigma}_{1\,inf}$ cu următoarea formulă, atribuită lui Broude [18]:

$$\bar{\sigma}_{1\,inf} = \bar{\sigma}_{inf}(1 + 0{,}125\alpha), \qquad (48)$$

în care $\bar{\sigma}_{inf} = 0{,}180$, pentru $D_m/2s < 250$. Pentru cazul particular al încovoierii pure ($\sigma_2 = -\sigma_1$) a coloanelor de tubare în discuție, corespunde $\alpha = 2$ și rezultă $\bar{\sigma}_{1\,inf} = 0{,}180 \cdot 1{,}25 = 0{,}225$, ceea ce deja se cunoștea.

4. *Solicitarea la încovoiere transversală*

O importantă alternativă practică este cea a solicitării singulare a coloanelor de tubare cu diametru mare, executate din oțeluri și a panourilor tubulare ale acestora, prin sarcini concentrate sau distribuite uniform, care dau efecte de încovoiere transversală.

Pentru structurile tubulare similare netede cu $L_c = L_1$ (fig. 1), încastrate la un capăt (într-un cintru) și solicitate printr-o sarcină concentrată Q (în N) la capătul liber (celălalt cintru al panoului tubular), expresia finală (pentru $\mu = 0{,}3$) de calcul, corespunzătoare sarcinii transversale critice superioare (v. formula 23), este următoarea [19]:

$$Q_{sup} = 2{,}0606\,E\,s^2\,\sqrt[4]{D_m s/L_1^2}. \qquad (49)$$

În cazurile cînd sarcina respectivă Q (rezultantă, de această dată, în N) este distribuită

uniform pe toată lungimea $L_c = L_1$ (fig. 1), atunci corespunde expresia :

$$Q_{sup} = 2{,}9588\, E s^2 \sqrt[4]{D_m s / L_1^2}, \qquad (50)$$

ultima valoare Q_{sup} fiind cu circa 44% mai mare decît precedenta valoare Q_{sup} (formula 49).

Deocamdată nu se cunosc formule de calcul pentru sarcina transversală critică inferioară Q_{inf}, problema colapsului în mare nefiind rezolvată.

5. *Solicitarea la presiune exterioară uniformă*

Pentru structurile cilindrice circulare rigidizate transversal cu inele, de tipul coloanelor de tubare cu diametru mare, echipate cu cintre (fig. 1) și solicitate la presiune exterioară uniformă, colapsul elastomecanostatic se poate produce :

a — local, prin distorsionarea (ondularea) unuia sau a mai multor panouri dintre inelele de rigidizare (cintrele) amplasate succesiv (fig. 12,*a*), inelele sau cintrele respective păstrîndu-și,

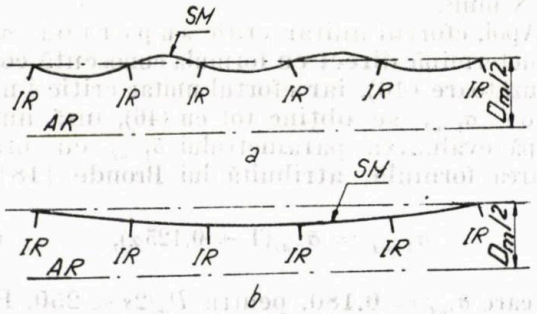


Fig. 12. Colapsul elastomecanostatic al coloanelor de tubare cu diametru mare rigidizate transversal cu cintre :

a — colapsul local; *b* — colapsul general (total); *SM* — suprafața mediană; *AR* — axa de revoluție; *IR* — inelele de rigidizare (cintrele).

în principal, forma circulară inițială și putîndu-se roti din planul lor;

b — general sau total, cînd, în plus, se constată și distorsiuni radiale (săgeți w, în mm) ale inelelor de rigidizare sau cintrelor (fig. 12,*b*).

Totodată, în condițiile de solicitare dată, oricare (unul sau mai multe) dintre panourile structurilor analizate își poate pierde stabilitatea elastomecanostatică fie în mic, fie în mare.

5.1. Colapsul local

Conform cu [20], se introduc următoarele notații noi (fig. 1,*a* și pentru $\mu = 0{,}3$) :

$$k_r = 1 - 0{,}85 \frac{A_i}{A_i + sl}\, g(\theta); \qquad (51)$$

$$g(\theta) = 2 \frac{\mathrm{sh}\beta \cos\beta + \mathrm{ch}\beta \sin\beta}{\mathrm{sh}\, 2\beta + \sin 2\beta};$$

$$\theta = 1{,}381 l (D_m s)^{-1/2};$$

$$\beta = 0{,}658;\ \theta = 0{,}9089\, l (D_m s)^{-1/2}; \qquad (52)$$

$$\lambda = \pi D_m / 2l = 1{,}571\, D_m / l, \qquad (53)$$

graficul funcției $g(\theta)$ fiind redat în figura 13.

Presiunea critică superioară minimă, corespunzătoare colapsului elastomecanostatic local al coloanelor de tubare cu dia-

Fig. 13. Graficul funcției $g(\theta)$, redat după Meck [20].

metru mare, executate din oțeluri ($\mu = 0{,}3$), se determină cu următoarele formule [2 ; 16] :

a — pentru $\theta < 0{,}7632\ D_m/s$:

$$p^L_{sup\,min} = \frac{3{,}5853\, E}{k_r \theta - 1{,}22\,(k_r - 0{,}5)} \left(\frac{s}{D_m}\right)^2; \qquad (54)$$

b — pentru $3 < \theta < 0{,}7632\ D_m/s$:

$$p^L_{sup\,min} = \frac{3{,}5853 E}{\theta - 0{,}61} \left(\frac{s}{D_m}\right)^2; \qquad (55)$$

c — pentru $\theta > 1{,}9079\ D_m/s$:

$$p^L_{sup\,min} = 2{,}1978 E (s/D_m)^3; \qquad (56)$$

d — pentru $0{,}7632\ D_m/s \leqslant \theta \leqslant 1{,}9079\ D_m/s$:

$$p^L_{sup\,min} = \frac{E}{3 + 0{,}5\,\lambda^2} \left(\frac{2s}{D_m}\right) \left[0{,}0916 \left(\frac{2s}{D_m}\right)^2 (3 + \lambda^2) + \frac{\lambda^4}{(4 + \lambda^2)^2} \right]. \qquad (57)$$

În scopuri informative și pentru orientare, presiunea critică inferioară minimă se poate aprecia cu următoarea formulă aproximativă [2] :

$$p^L_{inf\,min} = 0{,}7 p^L_{sup\,min}. \qquad (58)$$

5.2. Colapsul general

Deoarece, în cazul acestui colaps elastomecanostatic, valoarea critică a lui m, adică m_{cr},

pentru care presiunea critică, în general, este minimă, nu poate fi mare (de regulă, $m_{cr} = 2 \ldots 6$), presiunea critică superioară se determină — prin iteraţii succesive — cu următoarea formulă, atribuită lui Meck [20]:

$$p^G_{sup} = (m^2 - 1)\frac{8EI_x}{D_m^3 L_1} + E\left(\frac{2s}{D_m}\right)\frac{\lambda_c^4}{[k'_r(m^2-1) + 0{,}5\lambda_c^2](m^2+\lambda_c^2)^2}, \quad (59)$$

în care:

$$\lambda_c = \pi D_m / 2L_1; \quad k'_r = (1 + A_i/sl)^{-1}, \quad (60)$$

momentul de inerţie I_x determinîndu-se — cu formula (65) — pentru secţiunea haşurată dublu în figura 1,*c*, în care (pentru $\mu = 0{,}3$):

a — atunci cînd $l > 1{,}1002\ (D_m s)^{1/2}$:

$$L_e = 1{,}1002\sqrt{D_m s}; \quad (61)$$

b — atunci cînd $l \leqslant 1{,}1002\ (D_m s)^{1/2}$:

$$L_e = 0{,}5l. \quad (62)$$

Pentru coloanele de tubare cu diametru mare, executate din oţeluri ($\mu = 0{,}3$), cu:

$$\overline{\Psi} = 10{,}92\frac{I_x}{L_1 s^3}; \quad \overline{\Delta} = 8{,}92\left(\frac{sD_m}{L_1^2}\right)^2, \quad (63)$$

presiunea critică inferioară minimă se determină cu următoarea formulă, atribuită lui Gusev [21]:

$$p^G_{inf\ min} = 0{,}2026\,\bar{p}^G_{inf} E\frac{L_1^2 s}{D_m^3}, \quad (64)$$

în care $\overline{\Psi}$ şi $\overline{\Delta}$ se numesc parametrii (adimensionali) coloanelor tubulare analizate, considerate ca nişte sisteme tubulare constructiv ortotrope, $\bar{p}^G_{inf}$ rezultă din nomograma redată în figura 14, iar I_x este momentul de inerţie, în mm⁴, al secţiunii dublu haşurate în figura 1,*c*, calculat cu următoarea formulă evidentă (pentru $\mu = 0{,}3$):

$$I_x = I_i + A_i(e-z)^2 + 0{,}0916(L_e+b)s^3\left(1+12\frac{z^2}{s^2}\right). \quad (65)$$

5.3. Stabilitatea în mic

Stabilitatea (colapsul), respectiv instabilitatea elastomecanică în mic priveşte panourile cilindrice de lungime L_1 (fig. 1,*a*), delimitate de două inele de rigidizare (cintre) consecutive, panouri care nu prezintă rigidizări

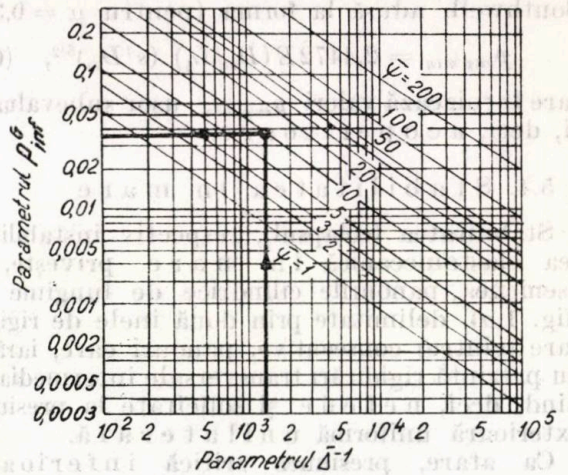


Fig. 14. Nomograma dependenţei parametrului presiunii critice inferioare $\bar{p}_{inf}$ de parametrii $\overline{\Psi}$ şi $\overline{\Delta}$ ai coloanelor de tubare cu diametru mare executate din oţeluri.

transversale intermediare, fiind, deci, nete şi sînt solicitate la presiune exterioară uniformă unilaterală. În asemenea condiţii, presiunea critică superioară minimă se determină (pentru $\mu = 0{,}3$):

a — pentru $L_1 \geqslant L_{cr} = 8D_e$ sau $L_1/D_m > 10$ (după Birgher), respectiv $L_1/D_m > 1{,}1844\sqrt{D_m/s}$, cînd panourile cilindrice sînt de tipul structurilor tubulare netede lungi, cu formula clasică Grashof-Bresse-Boussinesq-Lévy-Bryan, corectată de Stewart [2; 16]:

$$p_{sup\ min} = 1{,}7305\,E(s/D_m)^3; \quad (66)$$

b — pentru $L_1/D_m \leqslant 1{,}1844\sqrt{D_m/s}$ (după Birgher), cînd panourile cilindrice sînt de tipul structurilor tubulare netede de lungime medie ($L_1/D_m \geqslant 2{,}1213\sqrt{s/D_m}$) sau scurte ($L_1/D_m < 2{,}1213\sqrt{s/D_m}$), cu formula [2; 16]:

$$p_{sup\ min} = 2{,}5957E\sqrt{s^5/D_m^3 L_1^2}, \quad (67)$$

care este riguros valabilă pentru $n \geqslant 4$ (ondulaţii circumferenţiale).

În condiţiile unor calcule pretenţioase, mai precise şi laborioase, care necesită iteraţii succesive pentru evidenţierea valorilor $p_{sup\,min}$, ultima formulă se poate înlocui cu clasica formulă a lui Mises, adusă la forma [16]:

$$p_{sup} = \frac{E}{(n^2-1)(B^2+1)^2}\left(\frac{2s}{D_m}\right) + \frac{E}{12(1-\mu^2)}\left(\frac{2s}{D_m}\right)^3\left(n^2 - 1 + \frac{2n^2-1-\mu}{B^2+1}\right), \quad (68)$$

în care $B = 2nL_1/\pi D_m$.

În condițiile unor calcule aproximative, rapide, de informare sau orientare, presiunea critică superioară minimă se mai poate evalua cu binecunoscuta formulă hiperbolică a lui Southwell, adusă la forma (pentru $\mu = 0{,}3$):

$$p_{sup\,min} = 2{,}4472E\,(D_m/L_1)\,(s/D_m)^{5/2}, \quad (69)$$

care furnizează valori $p_{sup\,min}$ ușor subevaluate și, deci, acoperitoare.

5.4. Stabilitatea în mare

Stabilitatea (colapsul), respectiv instabilitatea elastomecanică în mare privește, de asemenea, panourile cilindrice de lungime L_1 (fig. 1,*a*), delimitate prin două inele de rigidizare (cintre) consecutive, panouri care, iarăși, nu prezintă rigidizări transversale intermediare, fiind, deci, nete de și solicitate la presiune exterioară uniformă unilaterală.

Ca atare, presiunea critică inferioară minimă se determină (pentru $\mu = 0{,}3$) cu următoarea formulă, atribuită lui Pflüger [22]:

$$p_{inf\,min} = [0{,}333 + 2/(3 + \sqrt{D_m^2/400\,L_1 s})]\,p_{sup\,min}, \quad (70)$$

în calculele aproximative, rapide, de informare sau de orientare, putîndu-se utiliza și următoarea formulă simplificată [16]:

$$p_{inf\,min}/p_{sup\,min} \in (0{,}70\,;\ 0{,}75). \quad (71)$$

5.5. Unele rezultate experimentale

Cu privire la stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare, solicitate la presiune exterioară uniformă unilaterală, unele date experimentale au fost publicate recent de către Link [1], însă fără interpretări fenomenalogice și, de asemenea, fără precizarea formei primordiale de instabilitate, respectiv de colaps (general, local, în mic sau în mare). Evident, pentru a fi sigure în condițiile de lansare la puț, cimentare și exploatare, coloanele de tubare cu diametru mare trebuie ca, simultan, să prezinte stabilitate elastomecanică certă și completă — generală, locală, în mic și în mare.

Pentru modelele fizice la care se referă Link, experimentate de către specialiștii nord-americani, în tabelul 1 sînt centralizate și comparate direct valorile presiunilor critice, calculate cu formulele adecvate (54)—(71) și cu formula inadecvată (6) Windenburg-Trilling, respectiv obținute pe cale experimentală. Se evidențiază, astfel, alternativa primordială de instabilitate elastomecanostatică, căreia îi corespund valori experimentale $p_{cr\,exp}$ comparabile cu sau mai mici ori chiar cu mult mai mici decît valorile teoretice (analitice) p_{cr} concordante. Desigur, deocamdată, simplexul $p_{cr}/p_{cr\,exp}$ are semnificație utilă, cu implicație cantitativă decizională, numai pentru condițiile instabilității primordiale, în celelalte condiții, mai favorabile, simplexul respectiv facilitînd doar unele informații calitative.

În amănunt, condițiile de experimentare în care s-au obținut valorile $p_{cr\,exp}$ (coloana 16 în tabelul 1) nu sînt cunoscute, ele nefiind redate și comentate în lucrarea [1]. Cu toate acestea, dispersia mare a valorilor experimentale $p_{cr\,exp}$, față de valorile analitice $p_{cr} \to p^{L,G}_{sup\,min}$, $p^{L,G}_{inf\,min}$, $p_{sup\,min}$ și $p_{inf\,min}$, se poate justifica prin influența defavorabilă și neunivocă a ovalităților și a altor distorsiuni structurale, respectiv geometrice (burdușiri și scofîlcituri ale panourilor tubulare, neuniformități ale grosimii de perete, dezaxări ale elementelor tubulare și inelelor de rigidizare, respectiv ale virolelor și cintrelor etc.), inițiale, așa-zise congenitale.

Se știe că, în condițiile unei corecte configurări geometrice, de regulă, colapsul panourilor tubulare solicitate la presiune exterioară uniformă unilaterală, corespunzător pierderii stabilității elastostatice*) în mic sau în mare, survine instantaneu, prin salt, fiind însoțit de apariția unor brîie de scofîlcituri adînci, lungite în direcția longitudinală, numărul n al acestora fiind mai mare pentru panourile tubulare mai scurte [16]. La modelele tubulare nerigidizate transversal în cîmp, cu o singură scofîlcitură sau ovalizare inițială, Mineev și Volmir [23] au constatat experimental o amplificare lentă a deplasărilor (deformațiilor) și eforturilor unitare în zona învecinată imperfecțiunii date de formă geometrică, însă, în rest, suprafața tubulaturii a rămas aproape netedă pînă la o anumită valoare a presiunii exterioare, cînd, brusc, prin unul sau mai multe salturi, a survenit colapsul în alte zone de pe circumferință.

Analizele efectuate în lucrarea [16], folosind un apreciabil fond de date experimentale, demonstrează că cele mai periculoase sînt cazurile pentru care distribuția circumferențială a distorsiunilor inițiale (n_0) corespunde primei forme de colaps elastostatic (n) a tubulaturii perfect circulare, respectiv cazurile în care $n_0 = n$. Dimpotrivă, atunci cînd $n_0 \neq n$, în procesul pierderii stabilității elastostatice se produce o redistribuire a distorsiunilor inițiale (scofîlcituri, burdușiri, ovalizări) și capacitatea portantă a panourilor tubulare geometric imperfecte poate fi mai mare, chiar, decît cea corespunzătoare panourilor tubulare geometric perfecte. Dealtfel, în multe din experiențele efectuate de Mineev și Volmir s-a constatat

*) Stabilitatea elastodinamică a structurilor de tipul învelișurilor cilindrice circulare, solicitate la presiune exterioară uniformă, a fost studiată de Ciuiko A.N. (în: Dinamika i procinost mașin, 1970, nr. 11, p. 108—115), Voițehovski A.I. și Șumik M.A. (în: Prikladnaia mehanika, 1976, vol. 12, nr. 11, p. 117—119) ș.a.

Centralizarea şi compararea valorilor analitice şi experimentale ale presiunilor critice corespunzătoare unor modele de coloane tubulare *Tabelul 1*

Modelul nr.	Dimensiuni (fig. 1), mm							Presiunea critică, N/mm²							
								Calculată cu formulele lucrării prezente (54)–(71)						Calculată cu formula (6)	Determinată experimental
	D_i	s	D_m	b	h	l	ΔD_i	$p^L_{sup\,min}$	$p^L_{inf\,min}$	$p^G_{sup\,min}$	$p^G_{inf\,min}$	$p_{sup\,min}$	$p_{inf\,min}$	$p^{**}_{sup\,min}$	$p_{cr\,exp}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	548,64	32,66	581,30	81,28	25,40	1219,20	6,17	200,81	140,57	133,50	58,68	178,84(168,61)	173,43(125,19)	188,10	34,11
2	548,64	32,84	581,48	81,28	25,40	609,60	5,46	429,88	300,92	296,64	166,37	341,13(321,62)	327,27(238,79)	375,50	36,52
3	548,64	19,43	568,07	81,28	25,40	1219,20	2,39	56,03	39,22	56,61	29,93	50,55(47,64)	48,64(35,39)	52,53	22,39
4	548,64	16,48	565,12	81,28	25,40	609,60	4,01	77,45	54,22	94,30	78,22	63,52(59,88)	60,06(44,46)	67,89	19,98
5	548,64	16,36	565,00	81,28	25,40	406,40	1,73	118,40	82,88	222,89	117,05	88,38(83,33)	82,73(61,87)	97,15	27,22
6	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	228,60	2,54	53,32	44,32	225,96	119,76	43,75(41,25)	39,55(30,63)	49,31	34,79
7	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	2,26	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	27,01
8	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	1,55	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	25,49
9	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	1,96	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	25,84
10	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	1,68	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	25,49
11	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	5,61	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	23,08
12	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	8,13	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	22,39
13	514,35	9,53	523,88	57,15	23,77	317,50	8,28	43,64	30,55	154,09	81,54	33,37(31,46)	30,52(23,36)	36,53	22,05

Simplexul presiunilor $p_{cr}/p_{cr\,exp}$							Instabilitate primordială	Coeficientul de siguranţă $c_s = c_{sp} = c_{inf\,p}$ pentru criteriul unei rezerve de 20% faţă de valorile experimentale $p_{cr\,exp}$	Coeficientul de siguranţă $c_s = c_{sp} = c_{inf\,p}$ pentru criteriul unei rezerve de 50% faţă de valorile experimentale $p_{cr\,exp}$	Observaţii
$\frac{p^L_{sup\,min}}{p_{cr\,exp}}$	$\frac{p^L_{inf\,min}}{p_{cr\,exp}}$	$\frac{p^G_{sup\,min}}{p_{cr\,exp}}$	$\frac{p^G_{inf\,min}}{p_{cr\,exp}}$	$\frac{p_{sup\,min}}{p_{cr\,exp}}$	$\frac{p_{inf\,min}}{p_{cr\,exp}}$	$\frac{p^{**}_{sup\,min}}{p_{cr\,exp}}$				
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
5,887	4,121	3,913	1,720	5,243	5,084(3,670)	5,514	Generală	2,150	3,500	Datele coloanelor 1.. 3, 5...8 şi 16 sînt preluate după Link [1] şi adaptate conform Sistemului Internaţional (SI) al unităţilor de măsură. Celelalte date sînt determinate cu formulele corespunzătoare din lucrarea prezentă şi anume $p^L_{sup\,min} \rightarrow$ $\rightarrow$(55); $p^L_{inf\,min} \rightarrow$ (58); $p^G_{sup\,min} \rightarrow$ (59); $p^G_{inf\,min} \rightarrow$ (64); $p_{sup\,min} \rightarrow$ (67); $p_{inf\,min} \rightarrow$ $\rightarrow$(70), respectiv $p^{**}_{sup\,min} \rightarrow$ (6). Valorile $p^G_{sup\,min}$ şi $p^G_{inf\,min}$ corespund la $m_{cr} = 2$ pentru modelele 1 şi 4, $m_{cr} = 3$ pentru modelele 2, 3, 5, respectiv $m_{cr} = 4$ pentru celelalte modele, m_{cr} fiind numărul critic (pentru care $p_{cr} \rightarrow p_{cr\,min}$) al ondulaţiilor longitudinale. Pentru $p_{sup\,min}$, între paranteze s-au indicat valorile obţinute cu formula (69). Pentru $p_{inf\,min}$, între paranteze s-au indicat valorile acoperitoare obţinute cu formula (71) la ponderea de 70%. Valorile menţionate pentru coeficientul de siguranţă $c_{inf\,p}$ sînt informative
11,771	8,239	8,122	4,555	9,340	8,961(6,538)	10,282	Idem	5,694	9,110	
2,502	1,751	2,528	1,336	2,257	2,172(1,580)	2,346	Idem	1,670	2,672	
3,876	2,713	4,719	3,914	3,179	3,006(2,225)	3,397	Locală (sau în mare)	3,391(2,781)	5,426(4,450)	
4,349	3,044	8,188	4,300	3,246	3,039(2,272)	3,569	În mare (sau locală)	3,799(2,840)	6,078(4,544)	
1,820	1,273	6,494	3,442	1,257	1,136(0,880)	1,417	Idem	1,420(1,100)	2,272(1,760)	
1,615	1,131	5,704	3,018	1,235	1,129(0,864)	1,352	Idem	1,411(1,080)	2,258(1,728)	
1,712	1,198	6,045	3,198	1,309	1,197(0,916)	1,433	Idem	1,496(1,145)	2,394(1,832)	
1,688	1,182	5,963	3,155	1,291	1,181(0,904)	1,413	Idem	1,476(1 130)	2,362(1,808)	
1,712	1,198	6,045	3,198	1,309	1,197(0,916)	1,433	Idem	1,496(1,145)	2,394(1,832)	
1,890	1,323	6,676	3,532	1,445	1,322(1,012)	1,582	Idem	1,652(1,265)	2,644(2,024)	
1,949	1,364	6,882	3,641	1,492	1,363(1,043)	1,531	Idem	1,703(1,303)	2,726(2,086)	
1,979	1,385	6,988	3,697	1,513	1,384(1,059)	1,656	Idem	1,730(1,323)	2,768(2,118)	

că, în alternativa unei extinderi serioase a distorsiunilor postcolaps, modelele tubulare testate se „consolidau" datorită formării de muchii rigide, care, ulterior, capătă funcţia unor elemente de rigidizare şi consolidare locale. Distrugerea finală a modelelor tubulare în discuţie a survenit numai în urma ruperii muchiilor respective.

Experimental, în condiţiile presurizării exterioare cu ulei, Andrievskaia [24] a studiat stabilitatea elastomecanostatică a structurilor tubulare de tipul învelişurilor cilindrice circulare rezemate liber la extremităţi şi rigidizate transversal cu unul, respectiv cu trei inele cu profil dreptunghiular, dispuse fie excentric (la interior sau la exterior), fie simetric faţă de suprafaţa mediană. La toate modelele testate, colapsul a fost general, cuprinzînd şi inelele de rigidizare. Formarea ondulaţiei (scofîlciturii) a început prin salt exploziv, bine perceput auditiv, presiunea exterioară scăzînd brusc. Aşadar, colapsul primar s-a materializat prin apariţia unei singure scofîlcituri lungi, rezultatele prezentate în tabelul 2 confirmînd eficienţa rigidizării transversale excentrice cu inele (cintre) interioare *), faţă de cea excentrică cu inele exterioare (1,50 ... 22,00 %)**) şi, mai ales, faţă de cea simetrică (1,50 ... 49,50 %). Dealtfel,

*) Fac excepţie structurile tubulare aşa-zise foarte scurte, pentru care $2\ L_c/D_m \leqslant 0{,}45$,

**) Pînă la 10%, după Kuršin L.M. şi Kuzmin S.A. (în: Dinamika i procinost konstrukjii, Novosibirsk, 1976, p. 61–77).

Tabelul 2

Valorile experimentale ale presiunii critice pentru structurile tubulare rigidizate transversal

Numărul inelelor de rigidizare	Simplexul dimensional $2\ L_c/D_m$	Parametrii presiunii critice	
		$p_{cr}^{int}/\ p_{cr}^{ext}$	$p_{cr}^{int}/\ p_{cr}^{med}$
1	3,0	1,015...1,063	1,055...1,475
1	1,5	1,020...1,060	1,078...1,495
1	0,5	1,030...1,190	1,350...2,200
3	1,5	1,048...1,220	1,015...1,400

Notă. Valorile experimentale ale presiunii critice corespund dispunerii inelelor de rigidizare pe suprafaţa interioară (p_{cr}^{int}) sau exterioară (p_{cr}^{ext}), adică excentric faţă de suprafaţa mediană şi, respectiv, simetric faţă de suprafaţa mediană (p_{cr}^{med}).

anterior ***), extinzînd rigiditatea inelelor pe toată lungimea L_c şi, deci, considerînd structura tubulară ca fiind constructiv ortotropă, Hutchinson şi Amazigo, de asemenea Terebuşko, demonstraseră că presiunea critică depinde determinant de modalitatea dispunerii inelelor de rigidizare faţă de suprafaţa mediană. În condiţiile anumitor parametri ai structurii date, valorile mari p_{cr} se obţin în varianta dispunerii interioare a inelelor de rigidizare (cintrelor), iar pentru alţi parametri, ai aceleiaşi structuri, apare mai eficientă amplasarea exterioară a rigidizărilor transversale.

***) Hutchinson J.W, Amazigo J.C. — In: AIAA Journal, 1966, vol. 4, nr. 5 şi 1967, vol. 5, nr. 3; Terebuşko O.I. — In: Rascet prostranst. konstruk., Moskva, Gosstroiizdat, 1967, vol. XI.

Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi în sectorul central al Depresiunii panonice

(I). Consideraţii stratigrafice şi paleoecologice

Geol. **N. Baltes** şi geol. **Maria Moldovanu**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Introducere

Cercetările palinologice redate în această lucrare au ca scop principal aplicarea practică, de ansamblu, a cunoştinţelor existente asupra cuverturii sedimentare din aria centrală a Depresiunii panonice, într-un sector caracterizat de o evoluţie structural-tectonică activă şi cu certe posibilităţi petrogazeifere.

Acumularea unui important volum de informaţii palinologice, obţinute pînă în prezent, a făcut posibilă, pe de o parte, completarea coloanei stratigrafice cu noi date de amănunt, iar pe de altă parte, reinterpretarea unor concluzii cronostratigrafice anterioare. S-a realizat, de asemenea, pentru prima dată în această unitate o apreciere palinologică globală a potenţialului petroligen al cuverturii sedimentare, activitate ce va fi continuată sistematic în viitor pentru alte sectoare ale depresiunii.

Prepararea, analiza şi interpretarea materialului în laborator s-a făcut după metodologia curentă, aplicîndu-se, în mod special, tehnica cercetării în detaliu pe grupe parasociologice, prin comparaţie cu scara palinostratigrafică standard.

Cercetarea palinologică a depozitelor triasice, cretacice, miocene şi pliocene, care face obiectul lucrării, a condus la obţinerea unui bogat material utilizat, atît în scopuri stratigrafice, cît şi pentru aprecierea potenţialului petroligen.

Interpretarea repartiţiei cronologice a conţinutului microvegetal a făcut posibilă stabi-

lirca, precizarea sau confirmarea vîrstei depozitelor investigate prin sonde în intervalul triasic-pliocen, prin separarea de zone (caracterizate de un fond palinologic omogen) și subzone (evidențierea unei specii sau a unui grup restrîns de specii cu valoare stratigrafică delimitată în cadrul zonei).

Atît în cadrul zonelor care au o valoare stratigrafică regională, verificată în practica geologică, cît și a subzonelor, cu o valoare locală, s-au luat în considerare elementele fitopanctonice ca: dinoflagellate, acritarche, silicoflagellate, diatomee ca și cele continentale reprezentate prin spori și polen din toate categoriile taxonomice majore cunoscute.

Considerații stratigrafice

Triasicul

Față de cunoștințele anterioare care caracterizau pentru prima dată palinologic anisianul din Depresiunea panonică (sonda 529 Borș), prin lucrarea prezentă s-au adus numeroase date noi. Astfel, într-o secvență grezoconglomeratică de peste 1 000 m, deschisă de sonda 511 Borș, s-a întîlnit cea mai veche asociație palinologică din depresiunea panonică determinată pînă în prezent, reprezentînd werfenianul (probabil superior). Matricea argiloasă este foarte bogată în polen gimnospermic coniferal striat (specii de Protohaploxypinus, Striatopiceites, Corrisaccites, Lueckisporites etc.) și microspori (Parvivesicaspora, Triquitrites, Thymospora etc.). Fragmentele de rocă prinse în matrice, în cea mai mare parte, șisturi cristaline, nu conservă decît resturi microfloristice nedeterminabile, ajunse în faza metagenetică. Analiza luminii reflectate pe o pastilă de vitrinit care s-a reușit să se concentreze din acest material, a indicat valoarea $Ro = 2{,}25$ și un început de anizotropie a vitrinitului.

O asociație mult apropiată de aceasta s-a determinat în sonda 4 158 Borș la 3 095—6,5 m, în facies calcaros, care ar putea însă reprezenta o secvență de contact cu anisianul.

Anisianul a fost întîlnit în mai multe sonde din zona cercetată, în special sub formă de calcare cenușii negricioase, diaclazate (sondele 515, 529, Borș, 4 796 Oradea).

În sonda 4 796 Oradea, în trei carote la 2 504, 2 601, 2 788 m, s-a determinat o bogată microfloră specifică Asociației palinologice cu Angustisulcites și Triradispora care definește zona palinologică T_2a. De subliniat că, în prima carotă din grupul de mai sus, s-au determinat exemplare ale genului Ovalipollis, ceea ce sugerează segmentul de contact cu ladinianul.

Ladinianul, localizat cu relativă certitudine în sonda 4 796 Oradea la 2 173, 2 262 și 2 365 m, reprezentat, de asemenea, prin calcare cenușii dar cu frecvente intercalații de calcare dolomitice cenușii și dolomite albe, are un conținut bogat, determinat de Asociația cu Ovalipollis și Voltziaceaesporites și care definește Zona palino T_2b, cuprinzînd majoritatea elementelor caracterizate în alte unități (Beju, 1965).

Carnian-Norianul, deși mai slab caracterizat palinologic decît celelalte secvențe triasice, a putut fi localizat în sondele: 4 796 Oradea la 1 919 și 1 990 m și 515 Borș la 2 817 m, unde apare sub forma unor argile brun-roșcate cu intercalații de gresii cenușii-verzui, ultimele fiind de fapt purtătoarele microflorei.

Conținutul palinologic este sărac și diferit calitativ, substanțial, de precedentele. Majoritatea tipurilor gimnospermice striate au dispărut, fiind parțial înlocuite cu coniferale strict mesofitice, schimbare ce se resimte și în componența microsporilor care prezintă cîteva genuri cu pondere la acest nivel, ca: Saturnisporites, Aratrisporites, Semiretisporites, Chasmatosporites etc.

Asociația se poate încadra în Zona palinologică T_3a, b, dar corelarea sa cu asociații sincrone din alte unități este incertă.

Cretacicul inferior

Cunoscut în sectorul cercetat din lucrări anterioare, a fost reanalizat și reinterpretat palinologic prin asociațiile provenite din sondele: 513, 525, 529 Borș, repartizate stratigrafic astfel.

Barremianul (*superior*) reprezentat de grezocalcare cenușii în sonda 529 Borș, conține o foarte bogată asociație palinologică specifică, observată, de asemenea, în diverse aflorimente ale Munților Apuseni și sonde din Drepresiunea Transilvaniei, sub forma Asociației cu Dingodinium cerviculum și Pilosisporites notensis (Balteș, 1977).

Această asociație se constituie în Zona palinologică PC_4b, singurul element taxonomic care o deosebește într-o oarecare măsură de alte asociații sincrone, fiind abundența detritusului algal în care Charofitele ocupă un loc important (foarte clare în secțiuni subțiri).

Aptianul inferior a fost reperat palinologic în sondele 513 și 525 Borș, unde apare sub forma gresiilor calcaroase-cenușii-negricioase și argilelor compacte grezo-conglomeratice. Asociația palinologică este extrem de bogată, mai ales în tipuri continentale, polenul gimnospermic și microsporii de criptogame vasculare ocupînd circa 90% din asociație și putînd fi astfel diagnosticată ca Asociația cu Cribroperidinium orthoceras și Trilobosporites crassiangularis. Ea determină subzona palino PC_5a și permite corelări rezonabile cu depozite din diverse unități tectonice ale țării.

Senonianul bine deschis de sonda 504 Borș și prezent cu diferite grosimi și în alte sonde din aceeași structură, reprezentat de marne și argile marnoase negricioase, a fost caracterizat de o foarte bogată microfloră în care numeroase genuri de fitoplancton (Australiella, Nelsoniella, Deflandrea, Achomosphaera, Palaeostomocystis etc.) sînt asociate, în special, cu polen de tip Normapolles: Gothanipollis, Trudopollis, Oculopollis, Suemgipollis etc. și determină Asociația cu Nelsoniella aceras și Suemgipollis triangularis. Aceasta conturează zona palinologică PC_{12} și reprezintă campanian-maastrichtianul inferior, corelabilă în numeroase alte sectoare, atît din Depresiunea panonică, cît și din unități extracarpatice.

Deși în diverse sectoare ale Depresiunii panonice se cunosc suprafețe cu depozite paleogene, arealul lor restrîns ca și grosimile reduse nu au favorizat pînă în prezent o corelare stratigrafică satisfăcătoare.

În sectorul central, după o amplă lacună stratigrafică, sedimentarea este reluată în miocen, badenianul fiind intervalul de timp în care bazinul panonic este acoperit integral de ape, regimul sedimentar continuîndu-se cu mici hiatusuri pînă în cuaternar.

Badenianul, palinologic, este bine conturat în perimetrul de studiu și pus în evidență de zona palinologică PN_3 cu Nematosphaeropsis și Svalbardella. S-a conservat pe un fond litologic alcătuit din marne tufacee, gresii calcaroase, marne nisipoase, argile, marne, nisipuri și calcare. Conținutul palinologic al acestei secvențe stratigrafice este foarte bogat și alcătuit din spori de criptogame vasculare, polen de gimnosperme și angiosperme, asociate cu fitoplancton.

Raportul cantitativ și calitativ între elementele vegetale continentale și marine a condus la separarea a două subzone și anume.

a. Subzona palinologică PN_{3a-b} cu Silicoflagellate și Leptodiniu m parviscabratum. Este localizată stratigrafic într-un complex tufaceu-marnos, alcătuit din tufuri cenușii-verzui, tufuri argiloase cenușii, gresii cuarțoase, nisipuri roșcate-cărămizii și a fost identificată în sondele: 511 Borș (1 930 m), 514 Borș (2 922 m) și 529 Borș (2 344 m, 2 485 m), 4 156 Borș (2 200,5 m, 2 508 m) și 532 Borș (2 400 m). Conținutul microvegetal al acestei asociații este foarte bogat, alcătuit din tipuri preponderent marine, dinoflagellate și silicoflagellate și tipuri continentale. Dintre cele mai caracteristice specii se citează silicoflagellate: Mesocena, Dictyocha staurachanta Ehr., Dictyocha bachmanii Dumitrică și dinoflagellate: Leptodiniu m parviscabratum Balteș, Nematosphaeropsis balcombiana Defl. & Cook. etc. Tipurile continentale, fără să aibă o valoare stratigrafică deosebită, sînt reprezentate de numeroase specii, unele cunoscute în bazinul panonic (Nagy 1970) pentru afinitățile de asociere în special cu fitoplanctonul silicios silico-flagelatic și ebridian ca: Poliporopollenites polyangulus Nagy, Pinuspollenites echinata Mill., Chenopodipollenites extensus Nagy, Platycaryapollenites miocenicus Nagy ș.a. Această asociație poate defini, în perimetrul studiat, badenianul inferior (langhianul).

b. Subzona palinologică PN_{3d-e} cu Spiniferites mirabilis și Caryapollenites circulus. Conținutul microvegetal s-a conservat într-un complex litologic alcătuit din argile grezoase cenușii, marne calcaroase cenușii-brune, argile slab nisipoase, gresii marnoase cenușii închise și calcare marnoase cenușii. Asociația acestei subzone se prezintă, de asemenea, cu un conținut microvegetal extrem de bogat, în care se mențin specii fitoplanctonice reper, ca: Svalbardella miocenica Balteș, Spiniferites mirabilis (Ross). Sarj., Hystrichosphaeridium choanophorum Defl. & Cook., etc.) secondate de specii continentale, comune miocenului superior, dar cu o participare preponderentă a gimnospermelor de tip coniferal, ex. Abietineaepollenites microalatus Potonié, Piceapollenites neogenicus Nagy, Tsugaepollenites diversifolia Mast., cărora se adaugă cu frecvențe ridicate Ericipites sp. (aff. Ericaceae).

Prin această asociație s-a identificat badenianul superior (kossovianul) în peste 27 carote din majoritatea sondelor structurii Borș: 504, 508, 512, 516, 517, 528, 531, 542 și 5 Tinca.

Sarmațianul a fost localizat într-un complex litologic heterogen, alcătuit din marne, argile, nisipuri și gresii, prin Zona palinologică PN_4 cu Pterodiniu m și Neogenisporites.

Privită în ansamblu, microflora sarmațiană prezintă o mare varietate în compoziția sa care este caracterizată prin prezența fitoplanctonului de tip salmastru, dintre care genul Microtytthodiscus participă preponderent, însoțit îndeosebi la partea inferioară a sarmațianului și de alte tipuri fitoplanctonice. Microflora continentală se înscrie cu o mare varietate de genuri și specii aparținînd, în general, coniferelor și angiospermelor dicotiledonate. Se apreciază că modul de dezvoltare în timp al fitoplanctonului prezintă cîteva discontinuități palinologice, care au determinat delimitarea a două segmente stratigrafice în cuprinsul zonei PN_4, a sarmațianului și anume.

a. Subzona palinologică *PN4a* cu Spiniferites ramosus multifurcatum, care se situează în baza depozitelor sarmaţiene, de regulă în continuitate cu depozitele badeniene, într-un pachet detritogen, alcătuit din marne slab argiloase, nisipoase, marne cenuşii închise, gresii marnoase şi calcaroase cu resturi cărbunoase. Conţinutul microvegetal al acestei subzone (*PN4a*) se caracterizează prin explozia reprezentanţilor genului Microtythodiscus însoţit sporadic şi de unele specii din badenianul superior. Dintre speciile cele mai caracteristice acestui segment se pot cita: Pterodinium circumsutum Morgenroth, Spiniferites ramosus, multifurcatum Ross (erupţie), Tythodiscus cf. suevicus, Nagy ş.a., la care se alătură şi specii continentale ca: Alangispollenites simplex Nagy, Caryapollenites circulus (Pfl). Krutzsch, Porocolpollenites hidasensis Nagy. Asociaţia palinologică ce a determinat separarea acestei subzone este întîlnită constant în sondele din structura Borş: 504, 508, 512, 514, 515, 525, 531, 532 şi sonda 4796 Oradea, evidenţiind volhinianul bazal.

b. Subzona palinologică *PN4b-c* cu Betulaepollenites betuloides şi Carpinus pollenites carpinoides. A fost localizat în sondele structurii Borş (513, 516, 542).

Conţinutul microvegetal al acestei subzone s-a conservat într-un complex ligologic alcătuit din marne argiloase şi grezoase, cenuşii, gresii calcaroase şi marne grezoase.

Deşi investigarea palinologică s-a făcut pe un număr redus de carote, asociaţia se prezintă ca una dintre cele mai bogate asociaţii întîlnite în depozitele neogene.

Personalitatea asociaţiei iese în evidenţă prin dispariţia ultimelor elemente badeniene iar fitoplanctonul tipic salmastru manifestă o diminuare bruscă, în unele asociaţii pînă la dispariţie.

Limita inferioară a asociaţiei este greu de trasat, fapt pentru care s-a şi diagnosticat cînd a fost întîlnită ca aparţinînd sarmaţianului inferior-mediu. Ea se caracterizează prin frecvenţe foarte ridicate la cele mai multe din speciile de gimnosperme coniferale şi angiosperme dicotiledonate, dintre care cele mai caracteristice, mai ales prin frecvenţe absolute ridicate, sînt: Betulaepollenites betuloides Pflug., Betulaepollenites microexcelsus (Pot.) Kremp, Caryapollenites simplex Potonié, Caryapollenites triangulus (Pflug.) Krutzsch, Triporopollenites coryloides Pflug, Neogenisporites neogenicus Nagy, Subtriporopollenites constans Krutzsch, asociate cu apariţii sporadice de fitoplancton de tip Gonyaulacysta, Homotriblium, Microtythodiscus şi Pterodinium.

Pliocenul

În perimetrul de studiu depozitele pliocene sînt reprezentate printr-un bogat conţinut microvegetal aparţinînd cu prioritate tipurilor continentale şi fitoplanctonului salmastru şi de apă dulce distribuit de regulă la partea inferioară a pliocenului.

Deşi pliocenul este reprezentat prin toţi termenii săi (Balteş 1971), în lucrare se prezintă numai palinologia depozitelor meoţiene şi ponţiene.

Meoţianul

Conţine o asociaţie destul de bogată conservată într-un complex alcătuit din marne nisipoase cu aspect şistos, cenuşii, gresii marnoase cenuşii şi marne negricioase. A fost localizată în sondele 513 Borş (1 625 m) şi 7 Tileagd (756 m) definind Zona palinologică *PN5* cu Phthanoperidium mucronatum şi Ornatisporites reticulatus. Deşi întîlnită numai în cele două sonde s-a reuşit totuşi ca prin conţinutul microfloristic destul de bogat şi variat să se pună în evidenţă prin diagnoza palinologică, meoţianul. Elementele caracteristice ale asociaţiei globale care în general continuă pe cele sarmaţiene, exceptînd Leiosferele pe cale de dispariţie, aparţin microsporilor de criptogame vasculare care predomină, iar subordonat microsporilor de briofite şi ciuperci. Explozia bruscă a microsporilor la care se asociază şi dispariţia practic definitivă a Leiosferelor, marchează palinofaciesul tipic sedimentării meoţianului, în facies lacustru-fluviatil relevînd totodată discontinuitatea palinologică care îl separă de sarmaţian.

Asociaţia este foarte bogată şi variată reprezentînd un amestec de elemente continentale cu elemente fitoplanctonice de apă dulce (Phthanoperidinium) care reprezintă un reper stratigrafic elocvent. Demn de remarcat este şi dezvoltarea angiospermelor monocotiledonate de tipul gramineelor.

Ponţianul

În continuarea depozitelor meoţiene se dezvoltă, pe o mare suprafaţă, depozite mai ales pelitice, fosilifere, cu o extrem de bogată microfloră. Aceasta defineşte zona palinologică PN_6 cu Peridinium ponticum şi Leiosphaeridia pannonica şi a fost determinată în sondele din sectorul central de studiu, reprezentînd un bun reper stratigrafic în diagnosticarea depozitelor ponţiene inferioare. Exemplarele fitoplanctonice sînt extrem de numeroase şi fac parte din categorii taxonomice care au constituit preocupări speciale, unele fiind holotipuri pentru genuri şi specii noi.

Se subliniază marea răspîndire a acestei asociații nu numai în perimetrul de studiu, ci în toată Depresiunea panonică ca și în alte unități geologice.

Dintre elementele fitoplanctonice se pot cita: Diconodinium inequicornutum Balteș, Leiosphaeridia pannonica Balteș, Leptodinium bacculatum Balteș, Leptodinium churcilli Harland, Peridinium ponticum Balteș, Thalasiphora balcanica, Balteș, Hystrichosphaera aff. bentori (Reuss).

Spre partea medie-superioară, elementele fitoplanctonice cedează treptat locul elementelor continentale cînd începe să se separe o asociație caracteristică, bine individualizată în segmentul nisipos-marnos cu primele intercalații de argile cărbunoase și subțiri strate de lignit care definesc Zona palinologică *PN7* cu Romanodinium și Compositopollenites. Ea a fost localizată în sondele: 15 Salonta (2 350 m), 16 Salonta (2 325 m), 10 Tăutu (1 148 m) și altele, în special din zona Salonta. Conținutul microfloristic de asemenea foarte bogat, se remarcă prin preponderența elementelor continentale în care se dezvoltă puternic angiospermele forestiere, foioase, eomagnoliaceele și coniferele de climă temperat-arctică. Elementele fitoplanctonice aparțin ultimelor specii salmastre din complexul cu Paradacna abichi, fiind secondate de un abundent plancton de apă dulce, stagnantă, mai ales alge verzi.

Posibilități de corelare

Corelarea palino-stratigrafică a depozitelor sedimentare din sectorul central prezintă grade variabile de eficiență, datorate, pe de o parte, volumului diferit de informații, mai reduse pentru depozitele mezozoice, pe de alta, numeroaselor variații locale în asociațiile determinate, foarte frecvente cu cît depozitele sînt mai tinere, iar vegetația mai diversificată. În această situație etalonarea asociațiilor palinologice ar trebui realizată pe arii limitate și cu precădere în acelea în care sedimentarea este îndelungată și în măsura posibilului, neafectată tectonic. În condițiile cercetării prin sonde acest deziderat nu se realizează întotdeauna, astfel că și corelarea subdiviziunilor palinologice cu alte unități, ca de altfel și prin alte criterii, are un caracter mai larg, cel puțin pentru depozitele neogene, aceasta fiind și principala cauză a unor controverse stratigrafice. În același timp unele asociații sînt mai puțin clare în acest sector și nu permit separări nete intraformaționale (sarmațianul inferior-mediu), iar altele nu au fost identificate (meoțianul inferior, bine conturat în structura Turnu).

Asociațiile senoniene se corelează destul de bine datorită atît litofaciesului depozitelor, convenabil conservării microflorei cît și poziției lor în coloana stratigrafică a sedimentarului din zonă, delimitate de ample discontinuități stratigrafice.

Aproximativ în aceeași situație se află și asociațiile cretacice inferioare și triasice, deși răspîndirea depozitelor respective în aria cercetată este limitată și astfel corelarea lor mai dificil de urmărit în alte bazine. În același timp trebuie menționat că elementele palinologice care formează fondul de bază al asociațiilor triasice și cretacice din sectorul central, se regăsesc în proporții variabile, în depozite sincrone din alte regiuni (Pădurea Craiului, Munții Codru, rama interioară a Depresiunii Transilvaniei, Carpații Meridionali etc.) și chiar în unitățile de forland, aspect care atestă utilitatea studiilor palinologice în cunoașterea geologică.

Considerații paleoecologice

Deoarece datele palinologice referitoare la depozitele preneogene sînt reduse cantitativ, elaborarea unor concluzii paleoecologice devenind astfel aleatorie, ele se reține pentru eventuale studii viitoare, depozitele neogene, cele mai răspîndite în regiune, făcînd obiectul acestor considerații.

Datele palinologice referitoare la secvența neogenă evidențiază un segment miocen superior cu trei palinofaciesuri caracteristice:

1 — badenianul inferior — baza badenianului superior în facies marin;

2 — badenianul superior — sarmațianul inferior în facies salmastru-lagunar;

3 — sarmațianul inferior-mediu — meoțian în facies lacustru-fluviatil.

Complexul palinologic pliocen prezintă două palinofaciesuri:

1 — ponțianul inferior cu fitoplancton în facies salmastru (orizontul cu Paradacna abichi);

2 — ponțianul superior în facies de apă dulce.

Interpretarea variațiilor raportului dintre microflora marină și cea continentală a permis stabilirea cu o precizie satisfăcătoare a evoluției palinofaciesurilor caracteristice, în timp și a relațiilor cu bazinele sedimentare respective. Prin caracterul lor transgresiv, palinofaciesurile badenianului inferior și ale ponțianului inferior, chiar dacă acestea se manifestă mai puțin violent, cum este cazul îndeosebi al ponțianului, reprezintă repere stratigrafice utile nu numai pentru orizontarea depozitelor neogene în sectoarele interceptate de sonde, ci și pentru precizarea momentelor de sedimentare cele mai ample și paralelizarea lor cu alte bazine, activitate utilă în cercetările geologice complexe pentru caracterizarea bazinelor de sedimentare, evoluției lor, ca și în stabilirea condițiilor de

acumulare și conservare a substanței organice. Asimilarea tipurilor palinologice artificiale folosite în studiile stratigrafice, la cele echivalente din sistemul natural de clasificare, a făcut posibilă interpretarea ecologică a complexelor palinologice neogene, conducînd la o serie de considerații de ordin paleogeografic, paleosedimentologic și paleoclimatic cu privire la depozitele în care acestea s-au dezvoltat.

În segmentul badenian inferior, dezvoltarea preponderentă calitativă și cantitativă a tipurilor fitoplanctonice, inclusiv silicoflagelatele și ebridienii, indică, cu suficientă certitudine, caracterul tipic marin al sedimentării. Acest aspect, asociat aspectului vitroclastic al unor depozite cantonate în acest segment, sugerează o eventuală paralizare a lor cu orizontul tufului de Dej, bine dezvoltat în Depresiunea Transilvaniei. Tipurile vegetale continentale tropicale (dispar palmierii) și subtropicale scad considerabil, mai ales calitativ, cedînd locul tipurilor temperate, îndeosebi coniferelor și foioaselor de piemont. De aici rezultă un amestec destul de curios de elemente temperate semiaride și subtropicale de umezeală, cu elemente temperate.

Palinofaciesul badenianului superior sugerează sedimentarea într-un domeniu litoral intern cu pregnantă trecere spre cel marginal litoral (facies salmastru-lagunar). Climatul temperat tinde spre generalizare și continuă să se accentueze. Către partea superioară a badenianului ca și în sarmațianul inferior și inferior-mediu, bazinul miocen începe să se diferențieze în zone din ce în ce mai restrînse cu caracter salmastru-lacustru, cu o floră specifică. Probabil că aceste bazine restrînse tind să se închidă spre sfîrșitul miocenului, sedimentarea căpătînd în numeroase puncte un caracter lacustru-fluviatil, caracter generat de un bogat aport terigen și cu un conținut paleontologic de factură continentală. Acest bazin își începe evoluția în mod timid chiar în timpul sarmațianului inferior, marcat de o ușoară schimbare a coordonatelor ecologice care se accentuează către partea medie. Prezența microleiosferelor pledează pentru caracterul salmastru și mai ales tendințele de îndulcire a apelor bazinului de sedimentare sarmațian. Însuși faptul că partea terminală a sarmațianului (sarmațianul superior și o parte din sarmațianul mediu) lipsește în cea mai mare parte a Depresiunii panonice, indică o etapă de exondare resimțită pe suprafețe mari, care urmează în mod firesc regresiunii continue a bazinului. Palinofaciesurile separate în intervalul sarmațianului sînt caracterizate prin preponderența elementelor temperat-continentale care tind să devină exclusive la partea superioară a sa, fiind plauzibilă ideea existenței unei cuverturi vegetale mixte (foioase și conifere) de altitudine medie (600—1 000 m) în zonele limitrofe bazinului de sedimentare. Prezența subzonei $PN_{4b\text{-}c}$ subliniază cele menționate mai sus, deoarece în compoziția sa microfloristică se constată diminuarea relativ bruscă a fitoplanctonului, pînă la dispariție, ca și o modificare de fond a restului microflorei, determinată de instalarea unui bazin cu evidente caractere lacustro-fluviatile. Acest tip de bazin se regăsește cu aproximativ aceleași caractere dar mult mai accentuate, în depozitele care se dezvoltă după etapa de exondare sarmațiană. Considerate ca meoțiene (după etaloanele molasei dacice) aceste depozite devin practic dominante de alge salmastre-lacustrine (Phthanoperdinium) și de apă dulce (Pediastrum). Astfel conținutul microvegetal al zonei PN_5 bogat în elemente continentale, multe cu o foarte mică arie de răspîndire (Graminee acvatice) confirmă accentuarea condițiilor de sedimentare de tip marginal, fără a se exclude chiar posibilitatea unei sedimentări de tip deltaic la partea superioară a segmentului definit de această asociație.

În ponțianul inferior explozia de fitoplancton indică o nouă invadare a uscatului de apele unui bazin salmastru, cu o mare extindere. În acest caz transgresiunea a avut un caracter gradat și lent, ceea ce explică ocurența zonei PN_6 pe o grosime stratigrafică apreciabilă.

Paleoclimatic, ponțianul este caracterizat de o ușoară recrudescență a unor elemente xerofile, dar fiind incluse în masa de tipuri temperate, nu sugerează modificări latitudinale importante, ci mai curînd de altitudine, cu caracter local.

Prezența în procente ridicate de polen entomofil de dimensiuni mari (unele specii de Graminee), cu greutate specifică mare și arie de răspîndire redusă, atestă proveniența campestră, de joasă altitudine, a sursei vegetale respective.

Modul gradat de transgredare a apelor ponțiene este confirmat și de raporturile sedimen-

telor respective cu substratul și, mai ales, de grosimea foarte variată a depozitelor ponțiene inferioare. Acolo unde relieful preponțian a marcat o rată de subsidență ridicată (zonele depocetrale ale depresiunii din R. P. Ungară), sedimentele ponțianului inferior acoperă, uneori în continuitate de sedimentare, depozitele mio-plicenului și prezintă grosimi de peste 2 000 m (numai partea inferioară). Pe teritoriul românesc, mult influențat de mișcările fundamentului cristalin, ponțianul inferior se dispune pe diverși termeni stratigrafici, proces relativ bine evidențiat palinologic, cum sînt: cristalinul, mezozoicul (Turnu), badenianul, sarmațianul, meoțianul, cu grosimi care, exceptînd unele golfuri intramontane (Beiuș, Borod, Caransebeș) scad pe măsură ce sedimentarea se apropie de ariile exondate. În astfel de sectoare ponțianul inferior atinge grosimi de numai 100—200 m reprezentînd ultimii termeni ai acestui palinofacies, fiind urmat de regulă, de depozite ponțiene superioare cu un palinofacies diferit. Se consideră că această fază ar putea astfel corespunde unui nou și amplu ciclu de sedimentare, de fapt ciclul pliocen.

La acest nivel, ariile de sedimentare se diferențiază considerabil, căpătînd aspectul unor mici depresiuni de altitudine joasă, umplute progresiv de material terigen acționat prin rețeaua hidrografică (faciesul continental), evidențiindu-se palinologic zona PN_7.

Caracterul temperat al climatului devine tipic, definit între altele, de dominarea florei continentale reprezentată prin gimnosperme coniferale și angiosperme di și monocotiledonate (foioase) și graminee. Sub acest aspect cuvertura vegetală poate fi reconstituită ca o masă forestieră de altitudine medie-ridicată (1 000—1 500 m), separată parțial de bazine de sedimentare lacustră-fluviatilă cu o energie variabilă în funcție de raporturile dintre panta rețelei hidrografice și configurația ariei de acumulare sedimentară.

Deși nu s-au cercetat în perimetrul de studiu, în alte sectoare s-au identificat intercalații de lignit depuse în perioadele de sedimentare stagnată, la diferite nivele în bosforian, getian și romanian.

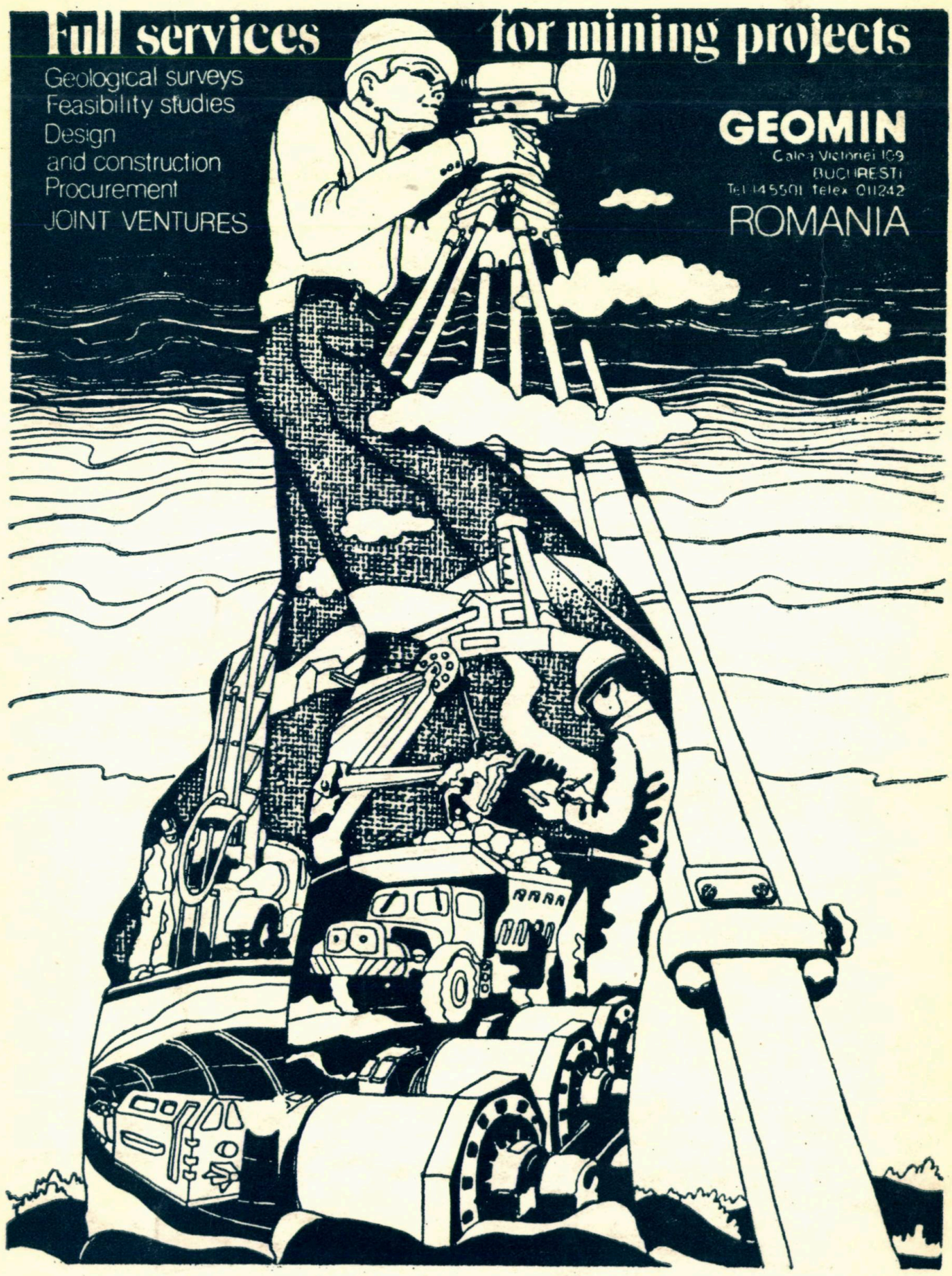
Bibliografie

[1] Balteș, N. *Tertiary plant microfossil assemblages from the Pannonian Depression (Rumania) and their ecology.* Review of Palaeobotany and Palynology, vol. 11, nr. 2, Amsterdam, 1971, pag. 125—158.

[2] Balteș, N. *Microflora depozitelor neogene din Depresiunea panonică (sectorul central-sudic).* Petrol și Gaze, nr. 9, 1971, p. 515—521.

[3] Paraschiv, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România* I.G.G., Șt. Tehn. Econ. ser. A., nr. 10, 1975, 363 pag.

1982 FEB 61

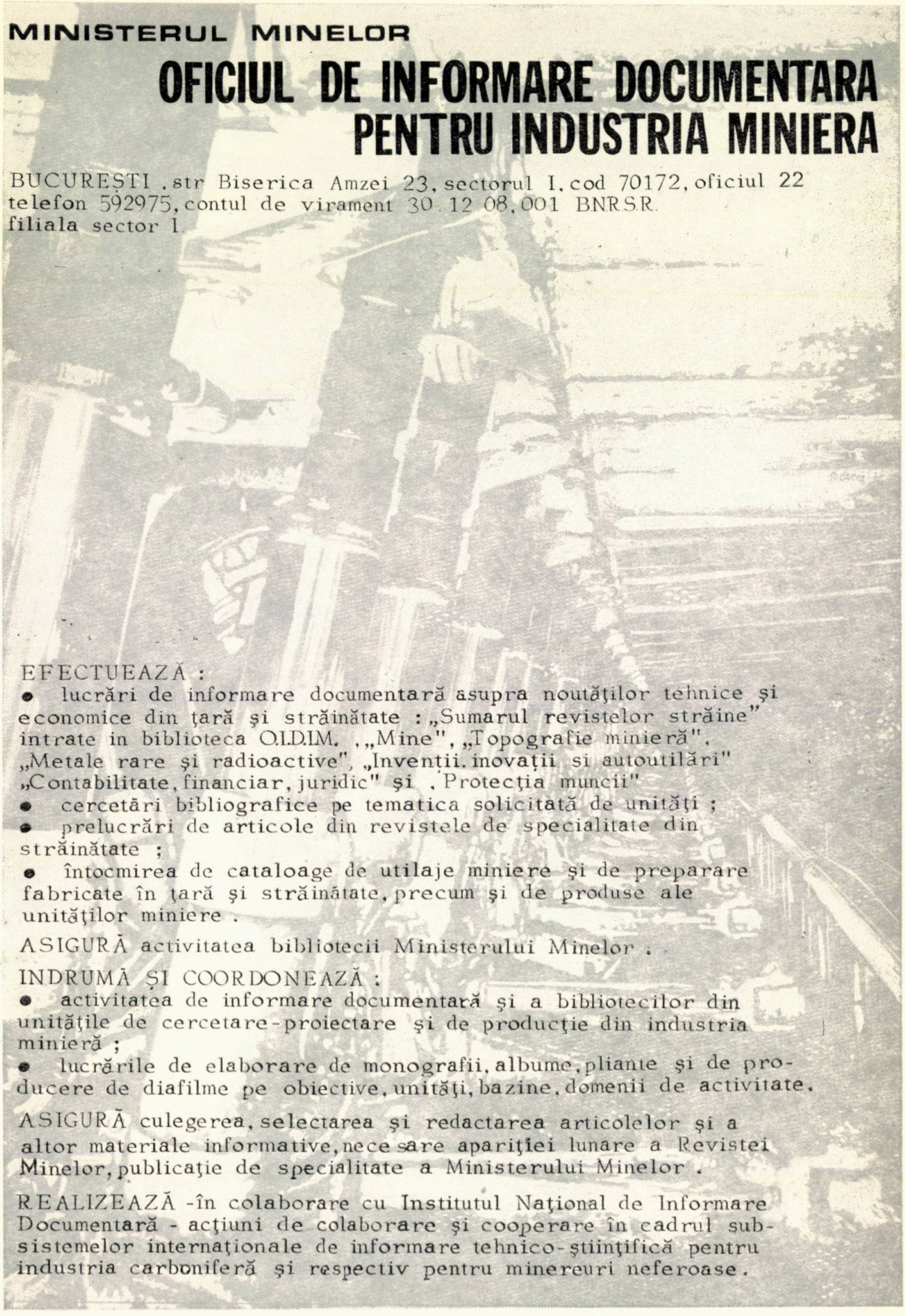

Full services for mining projects
Geological surveys
Feasibility studies
Design
and construction
Procurement
JOINT VENTURES
GEOMIN
Calea Victoriei 109
BUCHAREST
Tel 145501 telex 011242
ROMANIA

E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREŞTI - ROMÂNIA * Vol. 32, decembrie 1981

12



MINISTERUL MINELOR

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARA PENTRU INDUSTRIA MINIERA

BUCUREŞTI, str Biserica Amzei 23, sectorul I, cod 70172, oficiul 22
telefon 592975, contul de virament 30.12.08.001 BNRSR.
filiala sector I.

EFECTUEAZĂ :

- lucrări de informare documentară asupra noutăţilor tehnice şi economice din ţară şi străinătate : „Sumarul revistelor străine" intrate in biblioteca O.I.D.I.M. , „Mine", „Topografie minieră", „Metale rare şi radioactive", „Invenţii. inovaţii si autoutilări" „Contabilitate, financiar, juridic" şi „Protecţia muncii"
- cercetări bibliografice pe tematica solicitată de unităţi ;
- prelucrări de articole din revistele de specialitate din străinătate ;
- întocmirea de cataloage de utilaje miniere şi de preparare fabricate în ţară şi străinătate, precum şi de produse ale unităţilor miniere .

ASIGURĂ activitatea bibliotecii Ministerului Minelor .

INDRUMĂ ŞI COORDONEAZĂ :

- activitatea de informare documentară şi a bibliotecilor din unităţile de cercetare-proiectare şi de producţie din industria minieră ;
- lucrările de elaborare de monografii, albume, pliante şi de producere de diafilme pe obiective, unităţi, bazine, domenii de activitate.

ASIGURĂ culegerea, selectarea şi redactarea articolelor şi a altor materiale informative, necesare apariţiei lunare a Revistei Minelor, publicaţie de specialitate a Ministerului Minelor .

REALIZEAZĂ -în colaborare cu Institutul Naţional de Informare Documentară - acţiuni de colaborare şi cooperare în cadrul subsistemelor internaţionale de informare tehnico-ştiinţifică pentru industria carboniferă şi respectiv pentru minereuri neferoase.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXII

Nr. 12 1981

CUPRINS

Dima, N. şi Buşe, Fl. **Elaborarea unui model matricial de calcul al poligonaţiilor miniere utilizînd procedeul transcalculării** 570

Dascălu, C., Perini, Fr. şi Kruppa, V. **Tehnologii noi de exploatare a stratelor groase de cărbune din bazinul Valea Jiului** 585

Georgescu, D. **Evaluarea extracţiilor globale de substanţă utilă în cadrul circuitelor complexe de preparare** 590

Pavel, A. **Stabilirea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare (II)** 594

Balteş, N. şi Moldovanu Maria **Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi în sectorul central al Depresiunii panonice (II)** 611

Index

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRĂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

Dima, N. şi Buşe, Fl. *Elaborarea unui model matricial de calcul al poligonaţiilor miniere utilizînd procedeul transcalculării*

Autorii prezintă un algoritm de calcul matricial pentru poligonaţiile miniere, precum şi schema logică a programului principal pe calculator pentru transcalculări topografice, existent în biblioteca de programe a Centrului de calcul electronic al Combinatului minier Valea Jiului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Dascălu, C., Perini, Fr. şi Kruppa, V. *Tehnologii noi de exploatare a stratelor groase de cărbune din Valea Jiului*

După analizarea condiţiilor de zăcămînt şi de exploatare ale stratului 3 din Valea Jiului, autorii prezintă succint cercetările care s-au desfăşurat în ultimul timp în domeniul înlocuirii abatajelor cameră din zonele de retezare cu abataje frontale în feţii orizontale descendente.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Georgescu, D. *Evaluarea extracţiilor globale de substanţă utilă în cadrul circuitelor complexe de preparare*

Autorul arată că pentru a descrie, în totalitatea sa, un proces de concentrare desfăşurat într-un circuit complex, de o formă oarecare, este utilă stabilirea unei corelaţii între extracţia globală, realizată pe întregul circuit, şi extracţiile individuale, realizate în fiecare din unităţile componente.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Pavel, A. *Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Balteş, N. şi Moldovanu Maria *Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi din sectorul central al Depresiunii panonice (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Index

CONTENTS

Dima, N. and Buşe, Fl. *Transcalculation method in drawing up a calculation matrix model for mining polygonal traversing survey*

The authors present a matrix calculation algorithm for mining traversing survey together with the logical diagram and the main computer program intended for survey transcalculation available into the program library of the Computer Center of Mining Works Valea Jiului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Dascălu, C., Perini, Fr. and Kruppa, V. *New technologies in working thick coal strata at Valea Jiului coal basin*

After an examination of the deposit and exploitation conditions of Nr. 3 seam Valea Jiului, the authors present shortly the research works carried out in the last time in order to change the room-pillar method in the roof zone with long wall underhand horizontal slice method.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Georgescu, D. *Estimation of global useful substance output in the frame work of complex preparation circuits.*

The author proves the utility to establish correlation between the global output achieved over the entire circuit and the individual outputs performed in every unit of the circuit in order to describe the concentration process of a complex circuit as a whole.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Pavel, A. *Elastomechanostatical buckling of the high diameter columns of tubular shell (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Baltes, N. and Moldovanu Maria *Complex palinological research works on the interesting deposits for hydrocarbons in the Central Part of the Panonic Depression (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

СОДЕРЖАНИЕ

Дима, Н. и Буше, Фл. *Разработка матричной расчётной модели шахтных полигонов с применением способа транскалькуляции*

Авторы представляют алгоритм матричного расчёта шахтных полигонов, а также логическую схему основной программы на ЭВМ для маркшейдерских транскалькуляций, существующий в программной библиотеке Вычислительного электронного центра горнорго комбината Валя Жиулуй.

Ключевые слова: модель, матричная, шахтные полигоны, ЭВМ, алгоритм, логическая схема, транскалькуляция.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Даскэлу, К., Петрини, Фр. и Круппа, В. *Новые технологии разработки мощных угольных пластов бассейна Валя Жиулуй*

После рассмотрения условий залегания и разработки пласта № 3, авторы коротко излагают исследования, проведенные в последнее время в области перехода от камерных забоев к длинным очистным забоям с применением горизонтальных слоев в нисходящем порядке.

Ключевые слова: мощные угольные пласты, камерная система, длинные очистные забои, горизонтальные слои, нисходящий порядок, Валя Жиулуй.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Джеорджеску, Д. *Оценка общих извлечений полезных ископаемых в сложных цепях обогащения*

Автор показывает, что для полного описания процесса обогащения, с применением сложной цепи определенной формы, необходимо установить зависимости, существующие между общим извлечением всей цепи и индивидуальными извлечениями, получаемыми в каждом узле в отдельности.

Ключевые слова: обогащение, сложная цепь, полезное ископаемое, общее извлечение, индивидуальное извлечение, оценка

Mine, Petrol şi Gaze, vol 32, nr. 12, 1981

Павел, А. *Упругомеханостатическая устойчивость колонн обсадных труб большого диаметра (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Балтеш, Н. и Молдовану Мария *Комплексные палинологические исследования углеводородных отложений в центральной зоне Панонской депрессии (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

SOMMAIRE

Dima, N. et Buşe, Fl. *Elaboration d'un modèle matriciel de calculation des polygones topo miniers par transcalculation*

Les auteurs présentent un algorithm de calculation matriciel pour les polygones topo miniers ainsi que la schema logique du programme principal sur calculatrice pour des transcalculations topographiques qui se trouvent dans la bibliothèque de programmes du Centre de Calculation du Combinat Minier Valea Jiului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Dascălu, C., Perini, Fr. et Kruppa, V. *Nouvelles technologies d'exploitation des couches de charbon à grande puissance de Valea Jiului*

Après une analyse des conditions de gisement et d'exploitation de la couche Nr. 3 de Valea Jiului, les auteurs présentent à bref les travaux de recherche devellopés dans le dernier temps pour remplacer les abbatages chambre dans les zones du toit avec des abbatages à longue taille aux tranches horizontales descendantes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Georgescu, D. *L'évaluation des extractions globales de substances utiles dans les circuites complexes de préparations*

L'auteur démontre que pour une description complète d'un processus de concentration devellopé dans un circuit complexe d'une forme quelconque est utile d'établir une corrélation entre l'extraction globale réalisée pour le circuit entier et les extractions individuelles réalisées pour chaque unités individuelles.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Pavel, A. *La stabilité elastique, mécanique et statique des colonnes de tubage au grand diamètre (II).*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Balteş, N. et Moldovanu Maria *Recherches palinologiques complexes sur les dépôts d'intérêt pour les hydrocarbures dans le secteur central de la Depression panonique (II).*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

INHALT

Dima, N. und Buşe, Fl. *Die Ausarbeitung eine Matrizenrechnungsmodelles der bergmännischen Vieleckunsgen mit Überrechnenverfahren*

Die Verfassern stellen eine Matrizenrechnungsalgorithmus für bergmännische Vieleckungen wie also eine Logikbild des Hauptrechnerprogramms für verfügbare topographysche Überrechnungen in der Programmbibliothek der Kohlenkombinat Valea Jiului dar.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Dascălu, C., Perini, Fr. und Kruppa, V. *Neue Technologien für die Gewinnung der grossen Kohlenflöze von Valea Jiului.*

Nachder Analysierung der Lagerstätte und Gewinnungsverhältnisse des Nr. 3 Flozes von Valea Jiului, die Verfassern legen kürzlich die Forschungsarbeiten entwickelt in der letzten Zeiten für die Ersetzund des Kurzstrebbaues in der Hangendeszonnen mit einfallender Strebbau vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Georgescu, D. *Die Verwertung der globale Nutzstoffegewinnung im Rahme der Komplexen Aufbereitungsschaltung*

Der Verfasser stellt dass für die volle Darstellung eines Anreicherungsprozesses entwickelt in eine Komplexe Schaltung nutzlich ist die Bestimmung eines Korrelations zwischen der globale Gewinnung und die individuelle Gewinnungen ausgeführt in jede Einheiten vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Pavel, A. *Die elastiche, mechanische und statische Stabilität der Rohrtouren mit grosse Durchmesser (II).*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Balteş, N. und Moldovanu Maria *Komplexe palinologische Untersuchungen über die Perspektivelagerstätten für Kohlenwasserstoffen im Zentrales Gebiet der panonische Depression* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 12, 1981

Elaborarea unui model matricial de calcul al poligonațiilor miniere utilizînd procedeul transcalculării

Prof. dr. ing. **N. Dima**
Institutul de Mine Petroșani
și ing. **Fl. Buşe**
Centrul de calcul electronic Petroșani

I. Generalități

Problema transcalculării, care din punct de vedere matematic își propune să realizeze în anumite condiții o legătură între coordonatele plane ale unui punct, coordonate stabilite față de două sisteme de referință, are o largă aplicație în topografie și geodezie.

Astfel pot fi determinate coordonatele geodezice pe baza coordonatelor topografice locale, se poate realiza o legătură funcțională între coordonatele geodezice pentru diferite sisteme de producție, pot fi rezolvate diferite probleme topografice specifice topografiei de suprafață și celei din subteran. Un exemplu concret de utilizare a problemei transcalculării îl constituie rezolvarea racordării sistemelor topografice suprafață-subteran în cazul deschiderilor miniere prin două puțuri verticale.

II. Considerații teoretice privind transmiterea sistemului de referință prin două puțuri

Calcularea poligonațiilor miniere prin procedeul transcalculării impune cunoașterea coordonatelor punctelor între care se desfășoară poligonația. În cazul minelor care se extind pe verticală, acestea se stabilesc ca două puncte ale căror coordonate se determină anticipat, prin diverse procedee, în cadrul a două lucrări din sistemul de deschidere.

Dacă schema de deschidere a unui cîmp minier are orizontul la care se face transmiterea legat de suprafață prin două puțuri atunci, în scopul racordării lucrărilor topografice subterane cu cele de la suprafață, se proiectează prin fiecare puț cîte un singur punct (fig. 1). Joncțiunea elementelor topografice la suprafață [4] se realizează din punctele de sprijin de la zi prin : radiere simplă, intersecție înainte, aliniere forțată, determinînd coordonatele punctelor de suspensie $F1$ și $F2$.

În subteran, între punctele proiectate A și B se dezvoltă poligonația $A(0)$, 1, 2, . . . , $n-1$, $B(n)$, prin a cărei rezolvare obținem elementele topografice de joncțiune.

Se observă că între punctele $F1$, $F2$ și A, B pot fi determinate distanțele C și C' cu care poate fi verificată operația de transmitere mecanică a coordonatelor la orizontul respectiv.

III. Prezentarea algoritmului de calcul al poligonațiilor miniere utilizînd procedeul matricial al transcalculărilor topografice

În scopul calculării coordonatelor punctelor poligonației, s-a trecut la definirea pașilor și a relațiilor de calcul a elementelor pentru fiecare etapă.

Relațiile de calcul au fost astfel organizate încît elementele măsurate sau cele calculate intermediar să constituie elementele unor matrici.

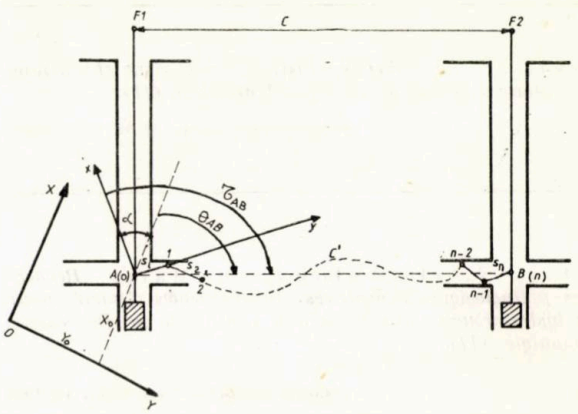


Fig. 1. Principiul de transmitere a punctelor prin două puțuri

Acest mod de organizare a datelor permite programarea pe calculator, evident cu o utilizare eficientă a memoriei interne a acestuia și o înlănțuire logică a rezultatelor, în scopul urmăririi lor într-un mod cît mai simplu de către specialistul topograf.

Algoritmul de calcul parcurge următorii pași.

— Calculul coordonatelor în sistemul particular (x_i, y_i), $(i = 1, 2, \ldots, n)$:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & s_3 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \sigma_1 \\ \cos \sigma_2 \\ \cos \sigma_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cos \sigma_n \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ s_1 & s_2 & s_3 & 0 & \dots & . \\ . & . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & . & \dots & . \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & \dots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sin \sigma_1 \\ \sin \sigma_2 \\ \sin \sigma_3 \\ . \\ . \\ . \\ \sin \sigma_n \end{pmatrix}$$

— Calculul elementelor de rotire (θ_{AB}, σ_{AB}, α, s, S, k):

$\operatorname{tg} \theta_{AB} = \dfrac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$, orientarea direcţiei AB în sistemul general;

$\operatorname{tg} \sigma_{AB} = \dfrac{Y_B}{X_B}$, orientarea direcţiei AB în sistemul particular;

$\alpha = \theta_{AB} - \sigma_{AB}$, rotirea sistemului particular de referinţă faţă de sistemul general;

$s = \sqrt{x_B^2 + y_B^2}$, distanţa în sistemul de referinţă particular;

$S = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$, distanţa în sistemul general de referinţă;

$K = \dfrac{S}{s}$, coeficient de modificare a lungimilor.

— Calculul coordonatelor originii în sistemul particular xoy:

$$\begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_B \\ Y_B \end{pmatrix} - K \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix}$$

— Calculul coordonatelor în sistemul general:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \\ X_3 \\ Y_3 \\ . \\ . \\ . \\ X_{n-1} \\ Y_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ X_0 \\ Y_0 \\ X_0 \\ Y_0 \\ . \\ . \\ . \\ X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix} + K \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sin\alpha & \cos\alpha & \dots & 0 & 0 \\ . & . & . & . & \dots & . & . \\ . & . & . & . & \dots & . & . \\ . & . & . & . & \dots & . & . \\ . & . & . & . & \dots & . & . \\ . & . & . & . & \dots & . & . \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \\ x_3 \\ y_3 \\ . \\ . \\ . \\ x_{n-1} \\ y_{n-1} \end{pmatrix}$$

— Calculul lungimii totale a poligonaţiei D;

$$D = (1\ 1\ 1 \dots 1) \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ . \\ . \\ . \\ s_n \end{pmatrix}$$

Relativ la figura 1 şi la algoritmul de mai sus, s-au utilizat următoarele notaţii:

- s_i — latura măsurată, m;
- y_i, x_i — coordonatele unui punct i în sistemul particular xoy;
- σ_i — orientarea laturii $(i-1,\ i)$
- Y_0, X_0 — coordonatele originii în sistemul general;
- Y_n, X_n — coordonatele punctului n în sistemul general.

În raportul cu algoritmul prezentat şi cu necesităţile de organizare privind prelucrarea automată a datelor, s-a întocmit schema-bloc din figura 2. Aceasta constituie deci schema-bloc a programului principal de calcul şi se află în biblioteca de programe „T% IMT" ce conţine programe în format IMT în cadrul bibliotecii de programe „TOPO" ce a fost realizată la Centrul de calcul electronic Petroşani.

Schema-bloc a programului principal are evidenţiate etapele;

- citirea datelor primare;
- apelarea unor subrutine în format RSL ce se află în biblioteca de subprograme T%RSL a bibliotecii topografice „TOPO";
- prelucrarea unor date ce sînt rezultate de calcul a subrutinelor;
- tipărirea rezultatelor.

Atît programul principal, cît şi subrutinele ce se utilizează sînt realizate într-o concepţie modulară, putînd fi apelate în orice program principal.

Subrutinele de calcul sînt concepute într-un mod unitar şi cu caracter de generalitate, putîndu-se utiliza şi în alte aplicaţii topografice.

Vom prezenta, în continuare, pe lîngă programul principal care le apelează, şi o descriere a algoritmului de calcul pentru subrutine, schemele logice şi modul de apelare a acestora din programele principale.

Algoritmii de calcul pentru fiecare subrutină parcurg o serie de paşi ce cuprind toate situaţiile posibile ce apar la rezolvarea practică a unor astfel de probleme de topografie. Pentru

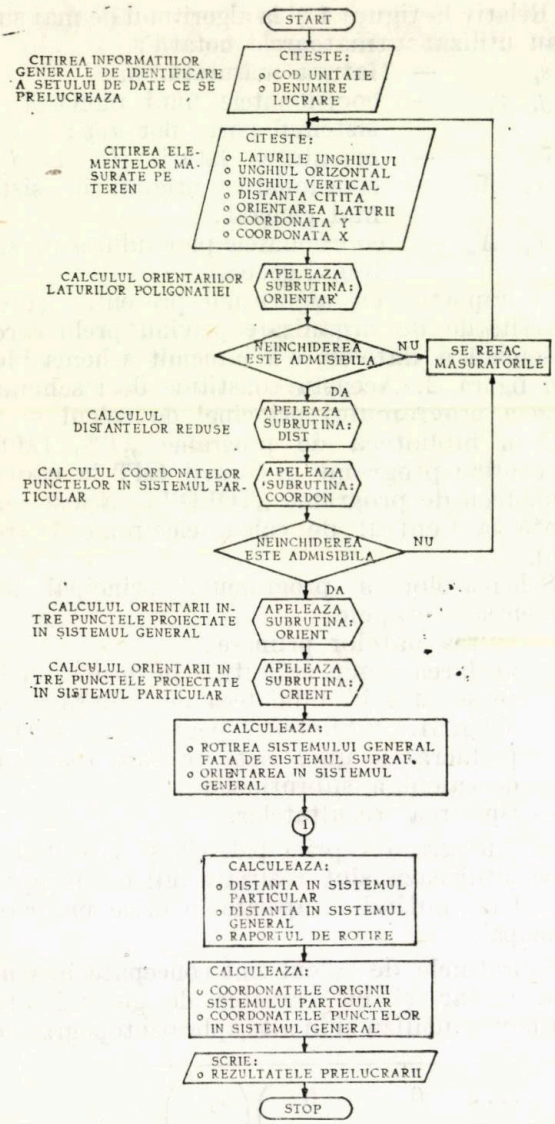


Fig. 2. Schema-bloc de calcul a poligonațiilor miniere utilizînd procedeul transcalculării coordonatelor

a putea fi ușor parcurse schemele logice, s-au atribuit variabilelor nume care să fie semnificative în raport cu notațiile obișnute ale acestora.

IV. Prezentarea schemei logice a programului principal de calculator privind transcalculările topografice

Metodele cunoscute de calcul de compensare a drumuirilor miniere, atît pe cale grafică [1], cît și pe cale analitică [3; 4; 5; 6; 7], necesită citirea anumitor elemente de pe schița traseului și apoi desfășurarea calculului în mai multe etape pe formulare de calcul cu structură uneori diferită de la o etapă de calcul la alta.

Procedeul de calcul care se propune în continuare, pe lîngă faptul că nu necesită o reprezentare prealabilă la scară a traseului poligonal, folosește numai elementele măsurate pe teren și permite obținerea valorilor coordonatelor deja compensate pentru punctele din traseul poligonal.

Pentru procedeul de transcalculare compensată, sistemul particular de coordonate (y, x) din figura 3 se consideră cu originea într-un punct proiectat O, iar axa y este dirijată de-a lungul primei laturi a poligonului.

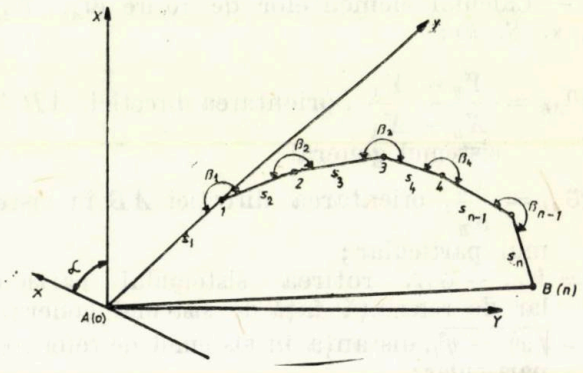


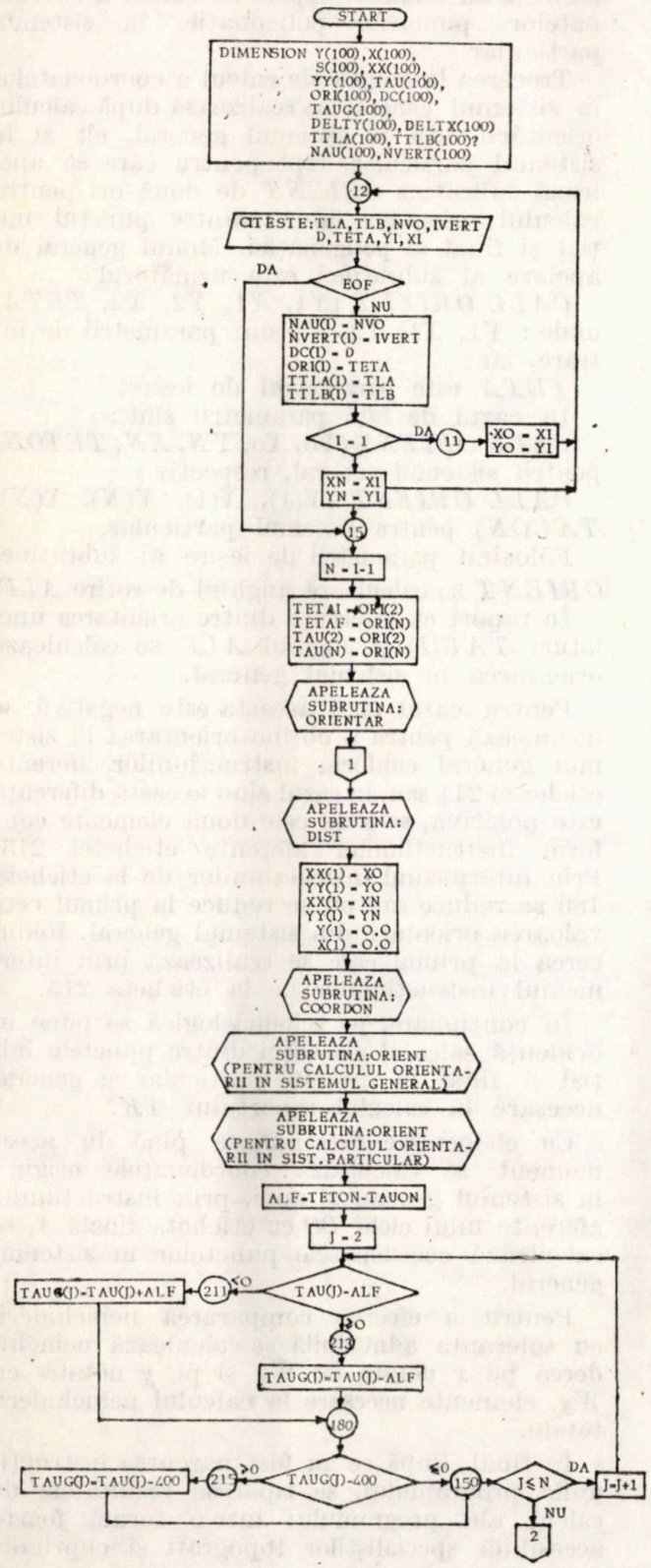
Fig. 3. Schema traseului poligonal sprijinit la ambele capete pe punctele proiectate de la suprafață prin două puțuri verticale

Pentru transpunerea în program de calculator a programului principal s-a întocmit schema logică din figura 4, în care sînt folosite aceleași notații pentru variabilele principale cît și auxiliare ca și în program, fapt pentru care nu vom mai prezenta și lista cu programul pe calculator. Variabilele au următoarea semnificație:

- I — contorizează numărul de cartele de date citite;
- UN — codul unității pentru care se realizează calculul poligonației;
- TLA, TLB — codul nodului inițial, respectiv nodului final al unei laturi a poligonației;
- NUO — valoarea unghiului orizontal;
- $IVERT$ — valoarea unghiului vertical;
- X_i, Y_i — coordonatele (x, y) ale unui punct;
- $NAU\ (I)$ — vector în care se introduc toate unghiurile orizontale ale poligonației;
- $DC(I)$ — vector în care se introduc toate distanțele citite ale poligonației;
- $TTLA(I)$, $TTLB(I)$ — vectori în care se introduc codurile nodurilor inițiale, respectiv finale;
- XN, YN — variabile în care se introduc coordonatele nodului final;
- Xo, Yo — variabile în care se introduc coordonatele nodului inițial;

TAU(I) — vector în care se introduc unghiurile orizontale, în radiani;

TETON — orientarea între punctele proiectate în sistemul general;



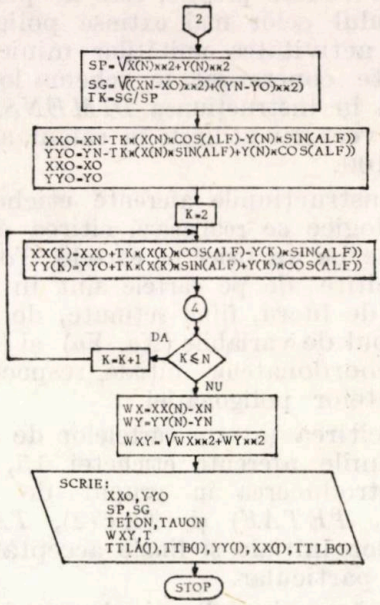


Fig. 4. Schema logică de calcul a poligonațiilor miniere prin procedeul transcalculării coordonatelor

TAUON — orientarea între punctele proiectate în sistemul particular;

ALF — rotirea sistemului particular față de sistemul general;

TETAI — variabilă pentru memorarea orientării inițiale;

TETAF — variabilă pentru memorarea orientării finale;

SP — distanța în sistemul particular;

SG distanța în sistemul general;

TK — raport dintre distanțe;

YYo, XXo — coordonatele (x, y) ale originii în sistemul particular;

$YY(k)$, $XX(k)$ — coordonatele (x, y) ale punctului k în sistemul general;

$Y(k)$, $X(k)$ — coordonatele (y, x) ale punctului k în sistemul particular;

SD — lungimea totală a poligonației.

Descrierea algoritmului de calcul se face în paralel cu descrierea schemei-logice. Programul este conceput astfel încît permite calculul unui poligon cu 100 de laturi, ceea ce, din

punct de vedere practic, este acoperitor pentru calculul celor mai extinse poligonații ce apar în activitatea unităților miniere. Acest lucru este concretizat în schema logică prin indicarea în instrucțiunea *DIMENSION* pentru toți vectorii utilizați în calcul a dimensiunii de 100.

Prin instrucțiunile aferente etichetei 12 a schemei logice se realizează citirea datelor de intrare de pe un fișier pe cartele. Toate informațiile citite de pe cartele sînt introduse în vectorii de lucru, fiind reținute, de asemenea prin grupul de variabile (*Xo*, *Yo*) și (*XN*, *YN*) valorile coordonatelor inițiale, respectiv finale ale punctelor poligonației.

După citirea tuturor cartelelor de date prin instrucțiunile aferente etichetei 15, se realizează introducerea în grupul de variabile (*TETAI*, *TETAF*) și (*TAU*(2), *TAU*(*N*)) a orientărilor inițiale și finale acceptate pentru sistemul particular.

Urmează apoi apelarea subrutinei *ORIENTAR* pentru calculul orientărilor laturilor poligonației în sistemul particular. Instrucțiunile de apelare au următoarea formă:

CALL ORIENTAR (*N*, *TETAI*, *TETAF*, *NAU*, *TAU*, *P*)

care are parametrii de intrare: *N*, *TETAI*, *TETAF*, *NAU*, *P*, iar ca parametru de ieșire *TAU*; s-a considerat, în prealabil, că variabila *P* are valoarea 1.

În cadrul acestei secvențe de program se apelează, de asemenea, și subrutina *DIST* pentru calculul lungimii laturilor reduse la orizont ale poligonației în sistemul particular. Modul de apelare este următorul:

CALL DIST (*N*, *DC*, *NVERT*, *S*, *SD*)

unde: *N*, *D*, *NVERT* sînt parametrii de intrare, iar *S* și *SD* sînt parametrii de ieșire.

În conformitate cu algoritmul de calcul, după ce au fost calculate orientările laturilor poligonației și reducerii la orizont a acestor laturi, se trece la calculul propriu-zis al coordonatelor punctelor poligonației în sistemul particular cu ajutorul subrutinei *COORDON*, care se apelează pentru cazul de față în felul următor:

CALL COORDON (*N*, *TAU*, *S*, *Y*(1), *X*(1), *YF*, *XF*, *SD*, *M*, *K*, *DELTY*, *DELTX*, *YYF*, *XXF*, *Y*, *X*, *T*)

unde au fost atribuite, în prealabil, valori discrete pentru următoarele variabile:

$Y(1) = 0.0$
$X(1) = 0.0$
$YF = 0.0$
$XF = 0.0$
$M = 1$
$K = 1$

Pentru această subrutină parametrii:
— *N*, *TAU*, *S*, *Y*(1), *X*(1), *YF*, *XF*, *SD*, *M*, *K* sînt de intrare, iar:
— *DELTY*, *DELTX*, *YYF*, *XXF*, *Y*, *X*, *T* sînt de ieșire.

Pînă la acest nivel de parcurgere al schemei logice s-au realizat etapele de calcul a coordonatelor punctelor poligonației în sistemul particular.

Trecerea la etapele de calcul a coordonatelor în sistemul general se realizează după calculul orientării, atît în sistemul general, cît și în sistemul particular, fapt pentru care se apelează subrutina *ORIENT* de două ori pentru calculul orientării laturii dintre punctul inițial și final al poligonației. Modul general de apelare al subrutinei este următorul:

CALL ORIENT (*Y*1, *X*1, *Y*2, *X*2, *TETA*)

unde: *Y*1, *X*1, *Y*2, *X*2 sînt parametrii de intrare, iar:

TETA este parametrul de ieșire.

În cazul de față parametrii sînt:

CALL ORIENT (*Yo*, *Xo*, *YN*, *XN*, *TETON*)

pentru sistemul general, respectiv:

CALL ORIENT (*Y*(1), *X*(1), *Y*(*N*), *X*(*N*), *TAUON*) pentru sistemul particular.

Folosind parametrii de ieșire ai subrutinei *ORIENT* se calculează unghiul de rotire *ALF*.

În raport cu diferența dintre orientarea unei laturi *TAU*(*I*) și unghiul *ALF* se calculează orientarea în sistemul general.

Pentru cazul cînd aceasta este negativă se însumează pentru a obține orientarea în sistemul general conform instrucțiunilor aferente etichetei 211 sau, în cazul cînd această diferență este pozitivă, se scad cele două elemente conform instrucțiunilor aferente etichetei 213. Prin intermediul instrucțiunilor de la eticheta 180 se reduce sau nu se reduce la primul cerc valoarea orientării din sistemul general. Reducerea la primul cerc se realizează prin intermediul instrucțiunilor de la eticheta 215.

În continuare, pe schema logică se pune în evidență calculul distanței dintre punctele inițial și final în sistemul particular și general necesare la calculul raportului *TK*.

Cu elementele determinate pînă în acest moment se calculează coordonatele originii în sistemul general și apoi, prin instrucțiunile aferente unui ciclu *DO* cu eticheta finală 4, se calculează coordonatele punctelor în sistemul general.

Pentru a efectua compararea neînchiderii cu toleranța admisibilă se calculează neînchiderea pe x notată cu Wx și pe y notată cu Wy, elemente necesare la calculul neînchiderii totale.

În final, după ce au fost parcurse instrucțiunile programului, se tipăresc rezultatele de calcul ale programului într-o formă foarte accesibilă specialiștilor topografi și cuprinde,

atît elementele măsurate, cît şi elementele calculate prin program.

Pentru subrutinele mai sus prezentate, semnificaţia parametrilor se va preciza odată cu prezentarea în detaliu a funcţionalităţii fiecăreia în parte.

V. Prezentarea subrutinelor pentru calculul unor elemente topografice

1. Subrutina ORIENT

Se foloseşte pentru calculul orientării laturilor din coordonate. În cadrul unui sistem rectangular de referinţă, orientările se calculează după o paralelă la direcţia nordului, a originii sistemului, dusă prin punctul respectiv, adică după o paralelă la ON (fig. 5). Se observă că orientările inverse diferă cu 200^g, adică:

$$\theta_{p0} = \theta_{0p} + 200^g$$

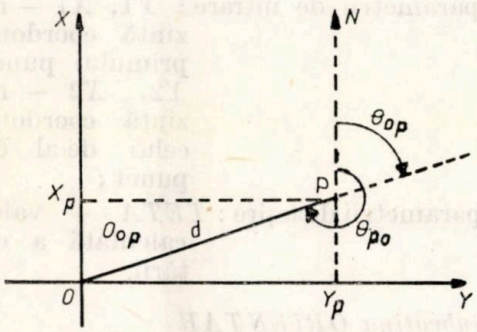


Fig. 5. Stabilirea orientării

Dacă notăm:

$$\theta_{0p} = \theta,\ OP = d,\ OX_p = x,\ OY_p = y$$

se obţine:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{y}{x}$$

$$x = OP \cos\theta = d \cos\theta$$
$$y = OP \sin\theta = d \sin\theta$$

Apoi, din figura 6 rezultă:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

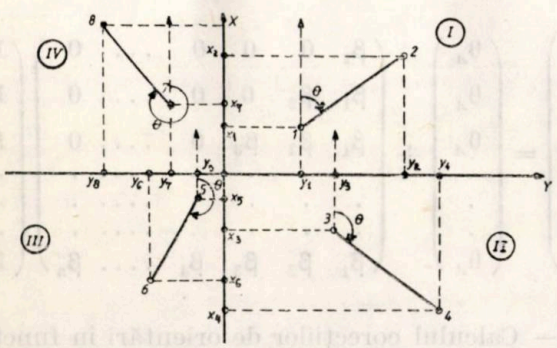


Fig. 6. Stabilirea orientărilor în cele patru cadrane

$$\Delta x = d \cos\theta$$

$$\Delta y = d \sin\theta$$

Pentru uşurinţă se va folosi, în locul azimutelor θ, unghiurile de calcul α (fig. 7).

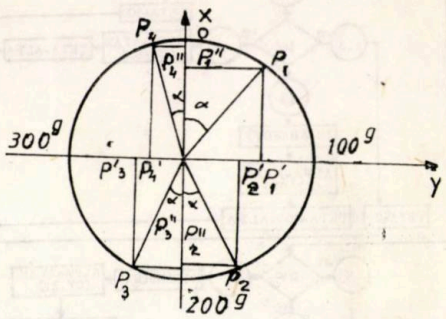


Fig. 7. Unghiurile de calcul

Dacă pornim de la relaţia: $\operatorname{tg}\alpha = \Delta y/\Delta x$, obţinem:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\ (\Delta y/\Delta x)$$

Pentru determinarea orientării θ observăm că pot să apară următoarele situaţii:

$\Delta x > 0$, $\Delta y > 0$ rezultă $\theta = \alpha$
$\Delta x < 0$, $\Delta y > 0$ rezultă $\theta = 200^g - \alpha$
$\Delta x < 0$, $\Delta y < 0$ rezultă $\theta = 200^g + \alpha$
$\Delta x > 0$, $\Delta y < 0$ rezultă $\theta = 400^g - \alpha$
$\Delta x = 0$, $\Delta y > 0$ rezultă $\operatorname{tg} \to \infty$ adică $\theta = \alpha = 100^g$
$\Delta x = 0$, $\Delta y < 0$ rezultă $\operatorname{tg}\alpha \to \infty$ adică $\theta = \alpha = 300^g$
$\Delta y = 0$, $x > 0$ rezultă $\operatorname{tg}\alpha = 0$ adică $\theta = \alpha = 0^g$
$\Delta y = 0$, $x < 0$ rezultă $\operatorname{tg} = 0$ adică $\theta = \alpha = 200^g$

Pentru algoritmul prezentat mai sus s-a întocmit schema logică din figura 8, iar programul pe calculator este redat în anexa 1.

În schema logică mai apar unele variabile care sînt intermediare şi a căror semnificaţie se va descrie.

Calculînd DX şi DY, în raport cu semnul acestora şi după algoritmul descris, se determină, prin intermediul blocurilor de calcul aferente etichetelor ce figurează în schema logică, valoarea orientării $TETA$.

Apar următoarele situaţii:

- dacă variabila $DX < 0$, atunci se execută instrucţiunile aferente etichetei 1, în cadrul cărora dacă $DY > 0$ se execută instrucţiunile de la eticheta 6, adică se calculează valoarea absolută a elementului DX ce se atribuie variabilei $Z1$ care, împreună cu DY, permite determinarea unghiului de calcul $ALFA$ şi apoi valoarea orientării $TETA$. Pentru $DY < 0$ se calculează valorile absolute ale elementelor

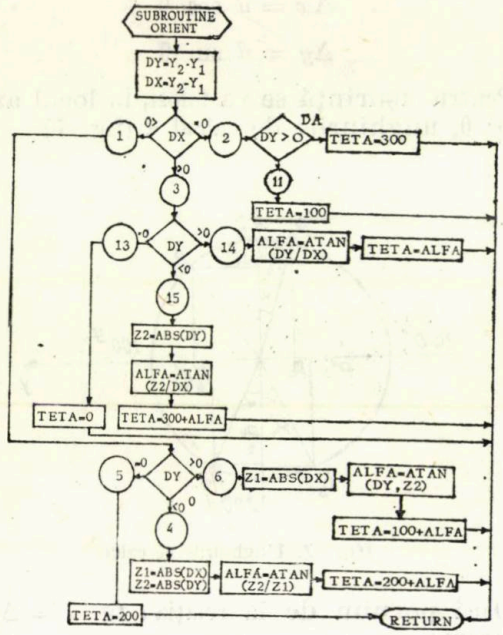


Fig. 8. Schema logică pentru calculul orientării laturilor din coordonate

Anexa 1

```
      SUBROUTINE ORIENT(Y1,X1,Y2,X2,TETA)
      DOUBLE PRECISION Y1,X1,Y2,X2,TETA
      DOUBLE PRECISION DY,DX,Z1,Z2,ALFA,ALFAC
      DOUBLE PRECISION PI,RADG,GC
      PI=3,1415926
      GC=2000000.
      RADG=GC/PI
      DX=X2-X1
      DY=Y2-Y1
      IF(DX) 1,2,3
    1 IF(DY) 4,5,6
    5 TETA=2000000.
      GO TO 100
    4 Z1=DABS(DX)
      Z2=DABS(DY)
      ALFA=DATAN2(Z2,Z1)
      ALFAC=ALFA*RADG
      TETA=2000000.+ALFAC
      GO TO 100
    6 Z1=DABS(DX)
      ALFA=DATAN2(DY,Z1)
      ALFAC=ALFA*RADG
      TETA=1000000.+ALFAC
      GO TO 100
    2 IF(DY.GT.0.0) GO TO 11
      TETA=3000000.
      GO TO 100

   11 TETA=1000000.
      GO TO 100
    3 IF(DY) 12,13,14
   13 TETA=0.
      GO TO 100
   14 ALFA=DATAN2(DY,DX)
      ALFAC=ALFA*RADG
      TETA=ALFAC
      GO TO 100
   12 Z2=DABS(DY)
      ALFA=DATAN2(Z2,DX)
      ALFAC=ALFA*RADG
      TETA=3000000.+ALFAC
  100 RETURN
      END
```

DX și DY ce se atribuie variabilelor $Z1$, respectiv $Z2$ și cu ajutorul cărora se determină unghiul de calcul $ALFA$ și apoi se calculează orientarea $TETA$. Pentru $DY = 0$ se execută instrucțiunile aferente etichetei 5, unde se calculează direct orientarea $TETA$;

• dacă variabila $DX = 0$, atunci se execută instrucțiunile aferente etichetei 2, în raport de valoarea lui DY se atribuie variabilei $TETA$ valorile 100, respectiv 300;

• dacă variabila $DX > 0$, atunci se execută instrucțiunile aferente etichetei 3 unde, în raport de semnul variabilei DY, se execută instrucțiunile fiecărui caz în parte. Astfel, dacă $DY = 0$, se execută instrucțiunile etichetei 13 cînd se atribuie variabilei $TETA$ valoarea 0, dacă $DY < 0$, se execută instrucțiunile aferente etichetei 15 unde se atribuie variabilei $Z2$ valoarea absolută a variabilei DY, apoi se calculează variabila $ALFA$ și, în final, valoarea variabilei $TETA$, iar dacă $DY > 0$, se execută instrucțiunile aferente etichetei 14, unde se calculează variabila $ALFA$ și apoi variabila $TETA$.

Această subrutină este scrisă în limbajul FORTRAN și se apelează în felul următor:

CALL ORIENT ($Y1$, $X1$, $Y2$, $X2$, $TETA$) unde: $Y1$, $X1$, $Y2$, $X2$ reprezintă parametrii de intrare, iar $TETA$ este parametrul de ieșire. Semnificația parametrilor este următoarea:

— parametrii de intrare: $Y1$, $X1$ — reprezintă coordonatele primului punct; $Y2$, $X2$ — reprezintă coordonatele celui de-al doilea punct;

— parametrii de ieșire: $TETA$ — valoarea calculată a orientării.

2. *Subrutina ORIENTAR*

Se folosește pentru calcul orientării laturilor unei drumuiri în funcție de unghiurile măsurate. Această subrutină permite și compensarea orientărilor dacă eroarea de închidere este mai mică decît toleranța admisă la închiderea azimutală.

Subrutina are caracter general, putînd fi utilizată, atît pentru calculul orientărilor laturilor poligoanțiilor de suprafață, cît și la cele subterane.

Algoritmul de calcul parcurge următorii pași,

— Calculul orientărilor provizorii ale laturilor în funcție de orientarea direcției de referință θ_A și unghiurile orizontale β_i măsurate:

$$\begin{pmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta'_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta_A \\ \theta_A \\ \theta_A \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta_A \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \beta_1 & \beta_2 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 & \ldots & \beta_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

— Calculul corecțiilor de orientări în funcție de orientarea direcției de referință θ_A, orien-

tarea direcţiei cunoscute θ_B şi unghiurile orizontale β_i măsurate:

$$f_\beta = \theta_B - \theta_A - (0\ 0 \ldots 1) \begin{pmatrix} \beta_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \beta_1 & \beta_2 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 & \ldots & \beta_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix} \pm 200^g n$$

unde n este numărul staţiilor.

— Calculul orientărilor definitive:

$$\begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta'_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} f_\beta & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ f_\beta & f_\beta & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ f_\beta & f_\beta & f_\beta & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ f_\beta & f_\beta & f_\beta & f_\beta & \ldots & f_\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \\ \frac{1}{n} \\ \frac{1}{n} \\ \cdot \\ \cdot \\ \frac{1}{n} \end{pmatrix}$$

Pe baza algoritmului de calcul descris, precum şi a posibilităţilor de utilizare practică a acestei subrutine, s-a întocmit schema logică din figura 9, unde se evidenţiază, de asemenea, mai mulţi paşi; programul pe calculator este redat în anexa 2.

În pasul întîi se iniţializează, prin intermediul unui ciclu *DØ* cu eticheta finală 10, vectorul *NODF(I)*, în care se introduc valorile orientărilor necompensate. Variabila *M* specifică dacă orientările se compensează ($M = 0$) sau nu se compensează ($M = 1$). În cazul că $M = 0$, se execută instrucţiunile aferente etichetei 1, cînd se atribuie variabilei *NODF* (2) valoarea orientării iniţiale şi totodată variabila *KK* se iniţializează cu 2. Dacă $M = 1$ se execută instrucţiunile aferente etichetei 2, cînd se atribuie variabilei *NODF*(1) valoarea orientării iniţiale, iar variabila *KK* se iniţializează cu 1.

În pasul al doilea se execută instrucţiunile aferente etichetei 3, unde variabila *KK* se măreşte cu un pas egal cu 1 şi valoarea obţinută se atribuie variabilei *K*, care controlează un ciclu *DØ* cu eticheta finală 99. În raport de valoarea variabilei *NODF(K)* se execută instrucţiunile aferente etichetelor:

— 905 cînd $NODF(K) < 0$;
— 906 cînd $NODF(K) = 0$;
— 95 cînd $NODF(K) > 0$.

În cadrul etichetelor 905 şi 906 se execută instrucţiunile care dau valoarea orientării din primul cerc.

În cadrul etichetei 95, în raport de valoarea orientării faţă de primul cerc, se realizează, fie saltul la eticheta 99, fie se execută instrucţiunile 98, cînd valoarea orientării este 400^g sau instrucţiunea de la eticheta 97, unde are loc o reducere a orientării la primul cerc.

În pasul al treilea, în raport de valoarea variabilei *M*, se execută instrucţiunile aferente etichetei 100 cînd $M = 0$, sau instrucţiunile aferente etichetei 11 cînd $M \neq 0$, caz în care se calculează neînchiderea *E* şi toleranţa *T*. Dacă neînchiderea $E \leqslant T$, se execută în continuare instrucţiunile aferente etichetei 21, în caz contrar, instrucţiunile aferente etichetei 22.

În pasul al patrulea se calculează corecţia unitară *C* şi apoi, printr-un ciclu *DØ* cu eticheta finală 13, se realizează corecţia orientării în raport cu poziţia punctului din poligonaţia indicată de variabila *K* şi rezultatul se atribuie elementelor vectorului *TAU(K)*.

Semnificaţia parametrilor este următoarea:

- parametrii de intrare;

N — numărul punctelor din poligonaţie (numărul staţiilor) exclusiv punctul iniţial şi final;
TETAI — valoarea orientării iniţiale;
TETAF — valoarea orientării finale;
NAU(N) — vector care conţine valorile unghiurilor orizontale;
NODF(N) — vector care conţine valorile orientărilor definitive necompensate;

- parametrii de ieşire:

TAU(N) — vector care conţine valorile orientărilor definitive compensate.

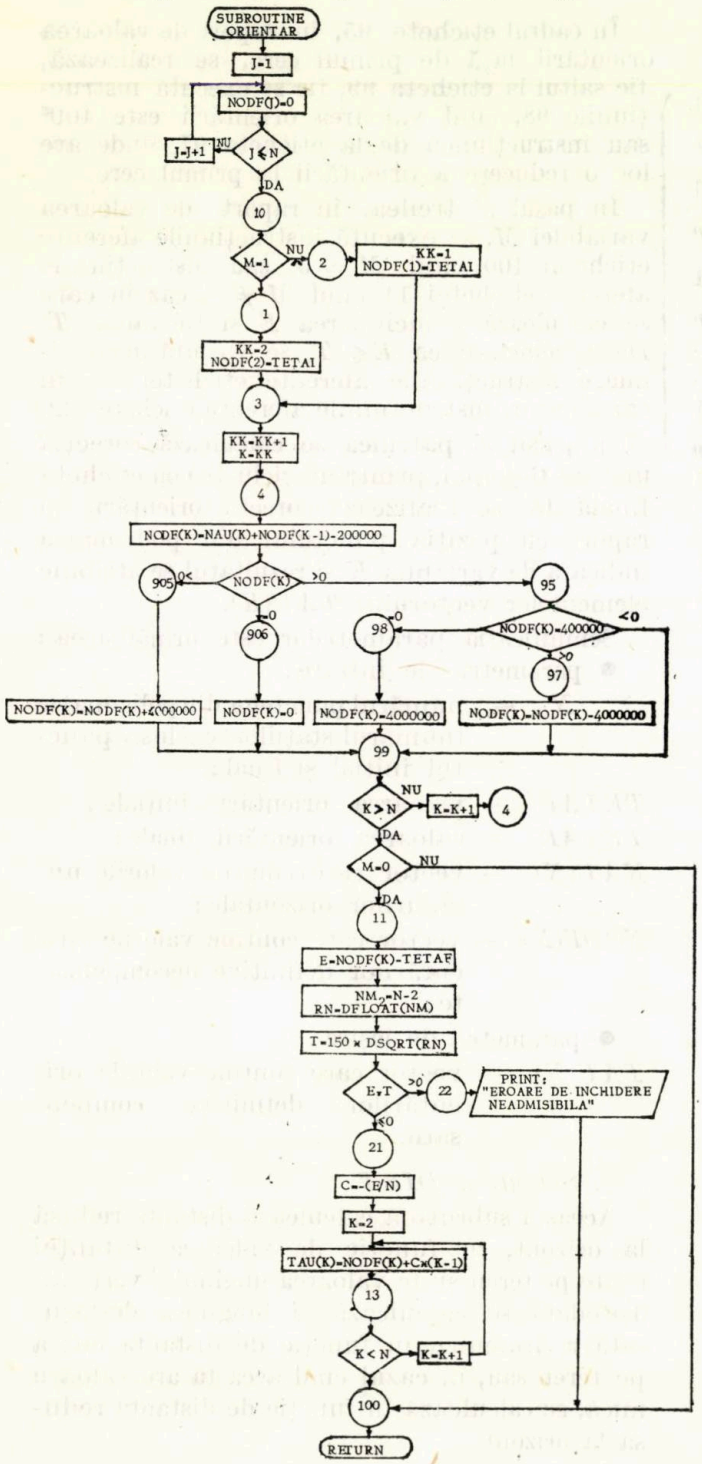
3. *Subrutina DIST*

Această subrutină calculează distanţa redusă la orizont, în funcţie de valoarea distanţei citite pe teren şi de valoarea unghiului vertical. Totodată se calculează şi lungimea desfăşurată a drumuirii în funcţie de distanţa citită pe teren sau, în cazul cînd aceasta are valoare mică, se calculează în funcţie de distanţa redusă la orizont.

Algoritmul de calcul parcurge următorii paşi.

— Calculul distanţei reduse d_i în funcţie de distanţele măsurate s_i şi unghiurile verticale citite α_i $(i = 1, 2, \ldots, n)$:

$$\begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ . \\ . \\ . \\ d_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & s_3 & \ldots & 0 \\ . & . & . & \ldots & . \\ . & . & . & \ldots & . \\ . & . & . & \ldots & . \\ s_1 & s_2 & s_3 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha_1 \\ \cos\alpha_2 \\ \cos\alpha_3 \\ . \\ . \\ . \\ \cos\alpha_n \end{pmatrix}$$



— Calculul desfăşurării drumuirii S:

$$S = (s_1 \quad s_2 \quad \ldots s_n) \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ . \\ . \\ . \\ 1 \end{pmatrix}$$

Anexa 2

```
      SUBROUTINE ORIENTAR (N,TETAI,TETAF,NAU,TAU,M)
      DOUBLE PRECISION RN,E,C,TAU(100)
      DOUBLE PRECISION TETAI,TETAF,T
      DIMENSION NAU(100),NODF(100)
      DO 10 J=1,N
   10 NODF(J)=0
      IF(M.EQ.1) GO TO 1
      GO TO 2
    1 NODF(2)=TETAI
      KK=2
      GO TO 3
    2 KK=1
      NODF(1)=TETAI
    3 KK=KK+1
      DO 99 K=KK,N
      NODF(K)=NAU(K)+NODF(K-1)-2000000
      IF(NODF(K)) 905,906,95
  905 NODF(K)=NODF(K)+4000000
      GO TO 99
  906 NODF(K)=0
      GO TO 99
   95 IF(NODF(K)-4000000) 99,98,97
   98 NODF(K)=4000000
      GO TO 99
   97 NODF(K)=NODF(K)-4000000
   99 CONTINUE
      IF(M.EQ.0) GO TO 11
      GO TO 100
   11 E=NODF(K)-TETAF
      NM2=N-2
      RN=DFLOAT(NM2)
      T=150*DSQRT(RN)
      IF(E-T) 21,21,22
   22 PRINT 25
   25 FORMAT(' ',' EROARE INADMISIBILA DE INCHIDERE')
   21 C=-(E/N)
      DO 13 K=2,N
      TAU(K)=NODF(K)+C*(K-1)
   13 CONTINUE
      GO TO 101
  100 DO 36 K=1,N
   36 TAU(K)=NODF(K)
  101 RETURN
      END
```

Ţinînd seama de algoritmul de mai sus, s-a întocmit schema logică din figura 10, programul pe calculator fiind redat în anexa 3.

În cadrul acestei scheme logice se parcurg mai mulţi paşi.

În primul pas, prin instrucţiunea *DØ* cu eticheta finală 500 se calculează distanţa redusă $DR(I)$, dacă eventual aceasta nu este citită ca dată de intrare. Distanţa redusă se calculează în funcţie de distanţa citită $DC(I)$ şi de valoarea unghiului $IVERT(I)$.

În al doilea pas, prin intermediul unui ciclu *DØ* cu eticheta finală 600 se calculează desfăşurarea drumuirii SD, prin însumarea distanţei citate $DC(I)$, sau a distanţei reduse DR, dacă aceasta este considerată în subrutină ca dată de intrare.

4. *Subrutina COORDON*

Această subrutina se foloseşte la calculul coordonatelor punctelor tuturor categoriilor de poligoane de drumuiri. Calculul se face în funcţie de lungimea laturilor reduse la orizont şi orientările compensate ale acestora.

Fig. 9. Schema logică a subrutinei pentru calculul şi compensarea orientărilor laturilor unei poligonaţii

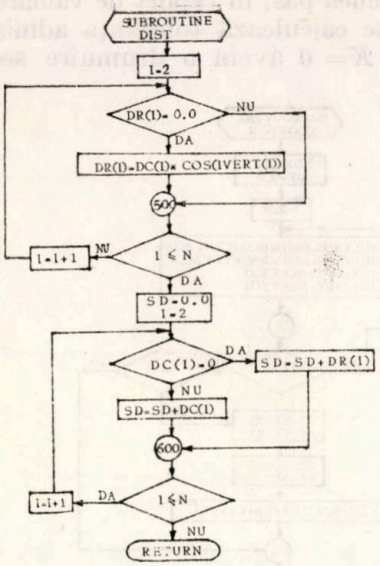


Fig. 10. Schema logică de calcul a distanței reduse și a desfășurării poligonației

Anexa 3

```
      SUBROUTINE DIST(N,DC,IVERT,DR,SD)
      DOUBLE PRECISION DC(100),DR(100)
      DOUBLE PRECISION SD,ARG,PI
      DIMENSION IVERT(100)
      PI=3.14159267/2000000.
      DO 500 I=2,N
      IF(DR(I).NE.0.0) GO TO 500
      ARG=IVERT(I)*PI
      DR(I)=DC(I)*DCOS(ARG)
  500 CONTINUE
      SD=0.0
      DO 600 I=2,N
      IF(DC(I).EQ.0.0) GO TO 10
      SD=SD+DC(I)
      GO TO 600
   10 SD=SD+DR(I)
  600 CONTINUE
      RETURN
      END
```

Algoritmul pentru această subrutină parcurge următorii pași.

— Calculul coordonatelor relative: $(\Delta x_i, \Delta y_i)$, $(i = 1, 2, \ldots, n)$

$$\begin{pmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ s_1 & s_2 & s_3 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\theta_1 \\ \cos\theta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cos\theta_n \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \Delta y_1 \\ \Delta y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ s_1 & s_2 & s_3 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sin\theta_1 \\ \sin\theta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \sin\theta_n \end{pmatrix}$$

— Calculul coordonatelor provizorii (X'_i, Y'_i) în funcție de coordonatele inițiale (X_A, Y_A) și coordonatele relative $(\Delta x_i, \Delta y_i)$, $(i = 1, 2, \ldots, n)$

$$\begin{pmatrix} X'_1 \\ X'_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X'_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_A \\ X_A \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_A \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta x_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \Delta x_1 & \Delta x_2 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \Delta x_1 & \Delta x_2 & \Delta x_3 & \ldots & \Delta x'_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} Y'_1 \\ Y'_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y'_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_A \\ Y_A \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_A \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta y_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 & \Delta y_3 & \ldots & \Delta y_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

— Calculul erorilor de neînchidere pe x și y și a erorii totale W_x, W_y, W_t;

$$W_x = X_A - X_B + (00\ldots1)\times$$

$$\times \begin{pmatrix} \Delta x_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \Delta x_1 & \Delta x_2 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \Delta x_1 & \Delta x_2 & \Delta x_3 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \Delta x_1 & \Delta x_2 & \Delta x_3 & \Delta x_4 & \ldots & \Delta x_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$W_y = Y_A - Y_B + (000\ldots1)\times$$

$$\times \begin{pmatrix} \Delta y_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 & \Delta y_3 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 & \Delta y_3 & \Delta y_4 & \ldots & \Delta y_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$W_t = \pm\sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

— Calculul desfășurării drumuirii S:

$$S = (0\ 0\ 0\ldots1)\times$$

$$\times \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & s_3 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

— Calculul corecţiilor unitare pe y şi x (f_{x_i}, f_{y_i}), ($i = 1, 2, 3, \ldots, n$)

$$\begin{pmatrix} f_{x_1} \\ f_{x_2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ f_{x_n} \end{pmatrix} = \frac{W_x}{S} \times \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & 0 & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} f_{y_1} \\ f_{y_2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ f_{y_n} \end{pmatrix} = \frac{W_y}{S} \times \begin{pmatrix} s_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & 0 \\ s_1 & s_2 & s_3 & \ldots & s_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{pmatrix}$$

— Calculul coordonatelor absolute definitive (X_i, Y_i), ($i = 1, 2 \ldots n$,)

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \\ X_3 \\ Y_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'_1 \\ Y'_1 \\ X'_2 \\ Y'_2 \\ X'_3 \\ Y'_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X'_n \\ Y'_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} f_{x_1} \\ f_{y_1} \\ f_{x_2} \\ f_{y_2} \\ f_{x_3} \\ f_{y_3} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ f_{x_n} \\ f_{y_n} \end{pmatrix}$$

În raport cu algoritmul prezentat s-a întocmit schema logică din figura 11. Subrutina *COORDON* calculează, pe baza mai multor paşi, coordonatele definitive ale punctelor ce alcătuiesc poligonaţia, programul pe calculator fiind redat în anexa 4.

În primul pas se calculează pentru un punct I coordonatele relative $DELTX(I)$ şi $DELTY(I)$ în funcţie de distanţele reduse la orizont $DR(I)$ şi de orientările laturilor $TETA(I)$. Totodată în acest pas se calculează şi suma coordonatelor relative SDX, respectiv SDY.

Aceste elemente se calculează pe baza unui ciclu *DØ* al limbajului FORTRAN ce are eticheta 50.

În pasul al doilea, în raport de valoarea variabilei M, se calculează sau nu se calculează elementele pentru compensare. Dacă $M \neq 1$, atunci se calculează diferenţele DX, DY dintre coordonatele punctelor iniţiale şi finale şi apoi diferenţele EX, EY dintre suma coordonatelor relative şi diferenţa calculată mai sus. Aceste elemente sînt necesare pentru calculul neînchiderii totale ET şi apoi se execută instrucţiunile aferente etichetei 75.

În al treilea pas, în raport de valoarea variabilei K, se calculează toleranţa admisă. Dacă variabila $K = 0$ avem o drumuire secundară.

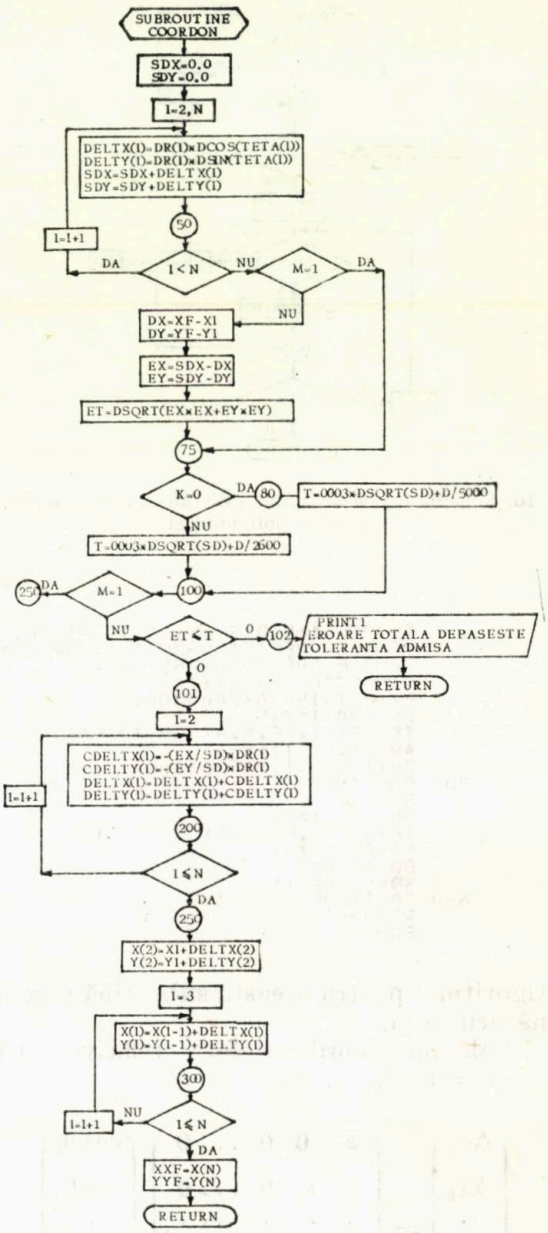


Fig. 11. Schema logică de calcul a coordonatelor şi compensarea coordonatelor definitive dintr-o poligonaţie

La instrucţiunile aferente etichetei 100, în raport de valoarea lui M, se execută compararea dintre neînchiderea calculată sau, în caz contrar, se execută instrucţiunile aferente etichetei 250. În cazul cînd neînchiderea calculată este mai mică decît toleranţa admisă se execută instrucţiunile aferente etichetei 101, unde prin intermediul unui ciclu *DØ* cu eticheta finală 200 se calculează neînchiderile unitare $CDELTX(I)$, $CDELTY(I)$ şi totodată se fac corecţiile coordonatelor relative.

```
      SUBROUTINE COORDON(N,TAU,DR,YI,XI,YF,XF,SD,M,K,DELTY,DELTX,YYF,XXF
     *,Y,X)
      DOUBLE PRECISION TAU(100),DR(100),Y(100),X(100),YI,XI,YF,XF,SD
      DOUBLE PRECISION DELTY(100),DELTX(100),YYF,XXF
      DOUBLE PRECISION SDY,SDX,DY,DX,EY,EX,ET,T
      DOUBLE PRECISION CDELTY(100),CDELTX(100),PI,ARG
      PI=3.1415926/2000000.
      SDY=0.0
      SDX=0.0
      DO 50 I=2,N
      ARG=TAU(I)*PI
      DELTY(I)=DR(I)*DSIN(ARG)
      DELTX(I)=DR(I)*DCOS(ARG)
      SDY=SDY+DELTY(I)
      SDX=SDX+DELTX(I)
   50 CONTINUE
      IF(M.EQ.1) GO TO 75
      DY=YF-YI
      DX=XF-XI
      EY=SDY-DY
      EX=SDX-DX
      ET=DSQRT(EX**2+EY**2)
   75 IF(K.EQ.0.0) GO TO 80
      T=0.003*DSQRT(SD)+SD/2600.
      GO TO 100
   80 T=0.003*DSQRT(SD)
  100 IF(M.EQ.1) GO TO 250

      IF(ET-T) 101,101,102
  102 PRINT 1
    1 FORMAT(1X,'EROAREA TOTALA DEPASESTE TOLERANTA ADMISA')
  101 DO 200 I=2,N
      CDELTY(I)=-(EY/SD)*DR(I)
      CDELTX(I)=-(EX/SD)*DR(I)
      DELTY(I)=DELTY(I)+CDELTY(I)
      DELTX(I)=DELTX(I)+CDELTX(I)
  200 CONTINUE
  250 Y(2)=YI+DELTY(2)
      X(2)=XI+DELTX(2)
      DO 300 I=3,N
      Y(I)=Y(I-1)+DELTY(I)
      X(I)=X(I-1)+DELTX(I)
  300 CONTINUE
      YYF=Y(N)
      XXF=X(N)
      RETURN
      END
```

În pasul al patrulea se execută instrucțiunile aferente etichetei 250 cînd se calculează deja coordonatele definitive $X(2)$ $Y(2)$ ale punctelor, urmînd ca apoi, printr-un ciclu *DØ* cu eticheta finală 300, să se calculeze coordonatele tuturor punctelor din poligonație.

În pasul al cincilea se atribuie variabilelor *XXF*, *YYF*, ce constituie coordonatele punctului final, valorile variabilelor $X(N)$, respectiv $Y(N)$.

În raport cu algoritmul de calcul descris mai sus s-a scris programul de calcul în limbajul FORTRAN al subrutinei.

Modul de apelare al subrutinei *COORDON* este :

CALL COORDON (*N*, *TAU*, *DR*, *YI*, *XI*, *XF*, *YF*, *SD*, *M*, *K*, *DELTY*, *DELTX*, *YYF*, *XXF*, *Y*, *X*) în care : *N*, *TAU*, *S*, *YI*, *XI*, *YF*, *XF*, *SD*, *M*, *K*, *DELTY*, *DELTX* sînt parametrii de intrare, iar *YYF*, *XXF*, *Y*, *X* sînt parametrii de ieșire.

Exemplu de calcul

Pentru prelucrarea elementelor măsurate în teren se folosește carnetul de teren obișnuit care se completează după instrucțiunile existente în vigoare.

În scopul prelucrării automate a datelor pentru acest gen de probleme, este necesar să se completeze formularul de date din figura 12 care, practic, conține aceleași informații ca și un caiet de teren obișnuit, dar la care sînt evidențiate, în plus, prin coloane, poziția elementelor măsurate, în scopul prelucrării acestora pe un suport de introducere a datelor primare în calculator. Specific acestui formular de date este faptul că sînt evidențiate coordonatele punctelor de pornire și de sosire. Desigur că structura formularului de date propus se poate modifica în raport cu concepția unitară și necesitățile proiectului de raționalizare a activității de topografie minieră în țară noastră.

Prezentăm, în continuare, modul de completare al formularului de date.

În prima linie din formularul de date se completează cîmpurile 5—8 din coloana corespunzătoare laturilor unghiului, apoi punctul de pornire ale cărui coordonate x și y se scriu în coloanele 36—51, corespunzătoare rubricii „coordonatele punctului de pornire". În celelalte coloane aferente primei linii nu se completează nici o informație.

Pentru linia a doua, în coloana corespunzătoare laturilor unghiului, se completează în cîmpurile 1—4 codul punctului de început, ce determină latura înapoi a unghiului, iar în coloanele 5—8 codul punctului de mijloc, ce determină latura înainte. De asemenea, se completează coloanele 23—28 cu lungimea laturii măsurate și în coloanele 29—35 valoarea orientării în sistemul particular.

Pentru celelalte linii din formularul de date se completează, în coloanele 1—8, laturile unghiurilor după modul descris mai sus, în coloanele 9—15 valoarea unghiului orizontal și în coloanele 23—28 valoarea laturii măsurate. În cazul în care unghiul vertical are valoare, aceasta se completează în coloanele 16—22 ale formularului.

Ultimul rînd din formularul de date cuprinde, în coloanele 4—8, codul punctului de sosire pentru care, în coloanele 36—51 din rubrica „coor-

COORDONATELE ORIGINII SISTEMULUI = CALCULATE X = 4350.211 Y = 2771.420
COORDONATELE ORIGINII SISTEMULUI = EXISTENTE X = 4350.211 Y = 2771.420

DISTANTA IN SISTEMUL PARTICULAR = 347.255 M
DISTANTA IN SISTEMUL GENERAL = 314.885 M

G CCC
ORIENTAREA IN SISTEMUL PARTICULAR = 419996
ORIENTAREA IN SISTEMUL GENERAL = 493819

COEFICIENTUL DE COMPENSARE = .906788

NEINCHIDEREA TOTALA W(X,Y) = .000000
TOLERANTA ADMISIBILA T = .221637

SECTURIII GALERIA I201

LATURA		UNGHIUL ORIZONTAL	UNGHIUL VERTICAL	LUNGIMEA MASURATA	ORIENTAREA IN SISTEM PARTICULARI	ORIENTAREA IN SISTEM GENERAL	LUNGIMEA REDUSA	COORDONATELE IN SISTEMUL PARTICULAR Y	COORDONATELE IN SISTEMUL PARTICULAR X	COORDONATELE IN SISTEMUL GENERAL Y	COORDONATELE IN SISTEMUL GENERAL X	PUNCT
	F1-A									2771.420	4350.211	F1-A
F1-A	1	0	0	49.563	0	73823	49.563	.000	49.563	2766.220	4394.852	1
1	2	2010450	0	37.211	10450	84273	37.211	.611	86.769	2762.867	4428.428	2
2	3	1998470	0	48.519	8920	82743	48.519	1.291	135.283	2758.389	4472.196	3
3	4	2315160	0	34.211	524080	397905	34.211	17.964	165.156	2770.272	4500.852	4
4	5	2332150	0	35.912	656230	730053	33.912	47.050	182.591	2794.641	4519.607	5
5	6	2052110	0	34.908	708340	782163	34.908	78.359	198.031	2821.221	4536.798	6
6	7	1952490	0	48.211	660830	734653	48.211	119.888	222.518	2856.057	4565.211	7
7	8	1992490	0	49.612	653320	727143	49.612	162.324	248.219	2891.582	4590.812	8
8	9	2342150	0	42.114	995470	1069293	42.114	204.437	248.519	2929.482	4595.500	9
9	F2-B	2014420	0	38.718	1009890	1083713	38.718	243.150	247.917	2964.414	4599.020	F2-B
	F2-B									2964.414	4599.020	F2-B

UNGHIUL DE ROTIRE ALFA = -73822

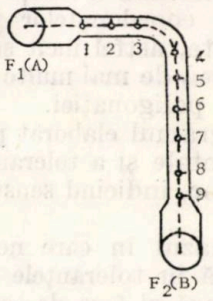
IM 1 2 ..... LUCRAREA SECTOR III GALERIA I 201 .....

OPERATORI .....APARAT.....
FIGURANTI.....DATA.....

LATURILE UNGHIULUI								UNGHIUL ORIZONTAL			UNGHIUL VERTICAL			LUNGIMEA LATUREI MASURATA		ORIENTAREA LATUREI		
								G	C	CC	G	C	CC	M	MM	G	C	CC
1	2	3	4	5	6	7	8	9 40 41	42 43	44 45	46 47	48 49	50 51	23 24	25 26 27 28	29 30 31	32 33	34 35
		-		F	1	-	A											
F	1	-	A				1							49	563	0	00	00
			1				2	201	04	50				37	211			
			2				3	199	84	70				48	519			
			3				4	231	51	60				34	211			
			4				5	233	61	50				33	912			
			5				6	234	21	50				34	908			
			6				7	205	21	10				48	211			
			7				8	195	24	90				49	612			
			8				9	199	29	90				42	114			
			9	F	2	-	B	201	44	20				38	718			
				F	2	-	B											

DETALII

SCHITA



COORDONATELE PUNCTULUI DE																														
PORNIRE															SOSIRE															
Y								X							Y							X							
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	2	7	7	1	4	2	0		4	3	5	0	2	1	1		2	9	6	4	4	1	4		4	5	9	9	0	2	0

Fig. 12. Formular de date pentru transcalculare

donatele punctului de sosire", se completează valoarea acestora.

Pe baza acestor instrucțiuni și pentru un exemplu de calcul [16] s-a completat cu date formularul din figura 12. Aceste date au fost preluate pe cartele de date și, cu ajutorul programului principal și a subrutinelor prezentate, s-a obținut lista de calculator din anexa 5, care cuprinde două părți. În prima parte sînt evidențiate elemente de calcul pentru control (coordonatele existente și calculate ale originii sistemului general care sînt egale cu coordonatele punctului de pornire, neînchiderea, distanța în cele două sisteme, orientarea în cele două sisteme, coeficientul de compensare totală și toleranța admisibilă). În partea a doua se listează un tabel ce conține, pe lîngă datele de intrare (latura poligonului, unghiul măsurat și distanța) și elementele calculate (orientarea) în sistemul particular și general, coordonatele x și y în sistemul particular și în sistemul general. De asemenea, în tabel apar evidențiate coordonatele punctelor proiectate (de pornire $F1 - A$ și de sosire $F2 - B$).

Ultima coloană a tabelului cu rezultatele de calcul cuprinde codul corespunzător punctului pentru care s-au calculat coordonatele în sistemele particular și general. Această coloană ușurează urmărirea rezultatelor de pe listă.

Pentru a avea posibilitatea de a decide dacă măsurătorile sînt corect efectuate și ca atare coordonatele cunoscute ale punctului de sosire coincid cu valorile calculate, pe penultimul rînd al tabelului se listează coordonatele ce se calulează după procedeul transcalculării, iar pe ultimul rînd al tabelului se listează valorile cunoscute ale coordonatelor punctului de sosire. În acest mod se realizează compararea valorilor coordonatelor punctului de sosire. În cazul în care acestea coincid, cum rezultă din tabelul 1 : $Y = 2964{,}414$; $X = 4599{,}029$ — coordonatele calculate pentru punctul $F2 - B$
$Y = 2964{,}414$; $X = 4599{,}029$ — coordonatele existente pentru punctul $F2 - B$ se trage concluzia că elementele de pe teren, pentru cazul considerat, sînt corect măsurate. De asemenea, pe lista de la calculator se listează și valoarea în grade centezimale a unghiului de rotire a celor două sisteme de referință.

Lista cu rezultatele de la calculator, împreună cu formularul de date, se păstrează ca documente de bază pentru lucrarea respectivă executată pe calculator.

Concluzii si propuneri

Întrucît procedeul de calcul prezentat cuprinde un volum mare de muncă, din punct de vedere practic calculele nu se pot efectua manual.

În acest scop s-a întocmit programul de calculator care permite rezolvarea oricărei situații practice într-un timp foarte redus, utilizarea lui fiind accesibilă oricărui specialist topograf din industria minieră. În continuare se prezintă principalele concluzii și propuneri referitoare la programul de calculator realizat.

1. Algoritmul de calcul al poligonației miniere prin procedeul transcalculării cu transpunerea matricială a relațiilor de calcul permite obținerea coordonatelor punctului final deja compensate, astfel încît se înlătură reluarea și transcrierea de mai multe ori a formularului de calcul al poligonației.

2. Programul elaborat permite calculul neînchiderii totale și a toleranței, precum și compararea lor, indicînd sensul de restricție dintre acestea.

3. În cazul în care neînchiderea totală se încadrează în toleranțele admise de normative, se realizează și faza de compensare a poligonației miniere.

4. Deoarece procedeul poligonațiilor miniere cu legătura între două puțuri prezintă o precizie ridicată a transmiterii orientării și deci a sistemului de referință iar legătura topografică la firele cu plumb se poate face prin radiere, propunem utilizarea acestuia și a programului de calculator prezentat în bazinele miniere care au cîmpurile miniere deschise prin cel puțin două puțuri verticale, întrucît volumul de manoperă pentru pregătirea și rezolvarea problemei se reduce la efectuarea măsurătorilor și la înregistrarea acestora în caietele de teren, operațiile de calcul realizîndu-se pe calculator.

Bibliografie

[1] Dima, N. și Mitrică, D. *Compensarea drumuirilor miniere pe baza diferențelor de distanțe.* Buletin de topografie minieră, nr. 2, 1969, O. D. P. T. - M. M. P. G. București.

[2] Dima, N. și Mitrică, D *Compensarea rețelelor de sprijin din subteran prin metoda punctelor nodale.* Buletin de topografie minieră, nr. 3, 1969, O. D. P. T. - M. M. P. G., București.

[3] Bonea, I. *Curs de topografie.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1963.

[4] Filimon, R. și Domide. E. *Topografie minieră.* Ed. tehnică, București, 1962.

[5] Russu, A. *Topografie cu elemente de geodezie și fotogrametrie.* Ed. Ceres, București.

[6] Hanig, E., Kiss, F. și Mitrică, D. *Topografie minieră.* Ed. didactică și pedagogică, București.

[7] Ursea, V. *Topografie generală.* Ed.didactică și pedagogică,București.

[8] Neguț, N. și Șchiau, S. *Fotogrametria și topografia în lucrările de îmbunătățiri funciare și gospodărirea apelor.* Ed. tehnică, București, 1979.

[9] Kovacs, A. și Dumitreasa, I. *Calculul drumuirilor pe un calculator F.C. — 15 (mașină de facturat) fără tabele de valori naturale sin și cos.* Buletin de topografie minieră, nr. 2, 1972, O. D. P. T.-M. M. P. G., București.

[10] Biriescu, A. *Relație cu multiple utilizări în domeniul măsurătorilor terestre.* Buletin de topografie minieră, nr. 2, 1972, O. D. P.T. -M. M. P. G., București.

[11] Kowalczyk, Z. *Modelul rețelei de măsurare în subteran la o mină modernă.* Referat prezentat de R. P. Polonă la a II-a Conferință internațională de topografie minieră, Budapesta, 1972.

[12] Gorohovschi, M. *Folosirea calculatoarelor în planificarea lucrărilor de proiectare.*

[13] Biriescu, A. *Procedeu de determinare a abaterii punctului final al drumuirilor flotante.* Buletin de topografie minieră, nr. 2, 1972, O. D. P. T.- M. M. P. G., București.

[14] Niculescu, S. *Inițiere în FORTRAN.* Ed. tehnică, București, 1972.

[15] Măruștер, S. *Elemente ale sistemului de operare SIRIS-3* Ed. Facla, Timișoara, 1980.

[16] * * * *Lucrări practice pentru topografie minieră.* Litografia Institutului de Mine Petroșani.

[17] * * * *Manualul inginerului geodez,* vol. 1, 2, 3, Ed. tehnică, București.

[18] * * *Calcule de topografie minieră.* Proiect PAD realizat de Centrul de calcul electronic Petroșani pentru Centrala cărbunelui Petroșani, 1976.

Tehnologii noi de exploatare a stratelor groase de cărbune din bazinul Valea Jiului

Ing. C. Dascălu, ing. Fr. Perini şi ing. V. Kruppa

Consideraţii generale

Dat fiind faptul că stratul 3 din Valea Jiului participă, atît la rezerve, cît şi la realizarea producţiei de cărbune pe bazin cu o pondere de peste 60%, exploatarea cărbunelui din acest strat a constituit, în permanenţă, obiectul unor preocupări deosebite pentru specialiştii care lucrează direct în producţie şi pentru cei care lucrează în cercetare şi proiectare. Se urmăreşte, în principal, găsirea de noi metode şi tehnologii de lucru care, adaptate la condiţiile de zăcămînt existente, să conducă la creşterea capacităţii de producţie pe abataj şi, respectiv, la realizarea de indicatori tehnico-economici superiori. În acest sens, an de an s-au depus eforturi substanţiale pentru perfecţionarea şi îmbunătăţirea activităţii la exploatarea acestui strat, obţinîndu-se de fiecare dată realizări importante faţă de perioadele anterioare.

Condiţiile dificile de zăcămînt: proprietăţile accentuate de autoaprindere ale cărbunelui din strat, prezenţa apofizelor din culcuş şi acoperiş, intercalaţiile sterile şi incluziunile de siderită din structura stratului de cărbune, variaţiile mari de grosime şi înclinare, tectonica zăcămîntului foarte complicată, au impus ca la stratul nr. 3 din bazin să se generalizeze exploatarea stratului în felii orizontale, extrase descendent, în următoarele variante:

— abataje cameră în zonele mai puţin dezvoltate sau cu neregularităţi accentuate;

— abataje cu front lung, în zonele dezvoltate corespunzător.

Metodele menţionate, deşi pe parcurs au fost perfecţionate continuu, indicatorii tehnico-economici care se realizau în aceste abataje, în special în urmă cu 10—15 ani, nu se ridicau la un nivel corespunzător. La abatajele cameră capacitatea de producţie nu depăşea 100—150 t/zi şi abataj, iar la abatajele cu front lung, funcţie de lungimea şi viteza de avansare a abatajului, nu depăşea 120—400 t/zi şi abataj. În privinţa productivităţii muncii, pe metodă, la abatajele cameră se realizau 4—4,5 t/post, iar la abatajele cu front lung, cu susţinere individuală, 5—6 t/post. Consumul specific de lemn se ridica la 40—42 m³/1 000 t la abatajele cameră şi respectiv la 16—20 m³/1 000 t la abatajele cu front lung.

În acest context, ţinînd cont şi de cerinţele mereu crescînde privind dezvoltarea producţiei de cărbune din stratul 3, s-a pus problema reanalizării metodelor şi tehnologiilor de lucru folosite la exploatarea acestui strat şi stabilirea de noi posibilităţi de perfecţionare, atît pentru etapa actuală, cît şi pentru viitor. În acest sens, analizele efectuate au scos în evidenţă faptul că la abatajele cu front lung se pot aduce unele îmbunătăţiri în cadrul tehnologiei de lucru şi respectiv creşterea indicatorilor tehnico-economici, în principal prin extinderea susţinerii metalice la extremităţile abatajului, realizarea şi introducerea susţinerii mecanizate, mecanizarea tăierii cărbunelui, îmbunătăţirea construcţiei tavanului artificial, precum şi prin efectuarea unor modificări în privinţa grosimii feliilor. La abatajele cameră însă, în forma şi condiţiile în care se aplică la stratele groase, posibilităţile de perfecţionare sînt mai reduse deoarece o serie de probleme tehnice cum sînt: înlocuirea susţinerii din lemn cu alte tipuri de susţineri mai perfecţionate, mecanizarea tăierii şi încărcării cărbunelui în abataj, folosirea tavanului artificial din covoare de plasă şi elemente de rezistenţă etc., nu pot fi soluţionate în etapa actuală şi deci tehnologia de lucru din aceste abataje nu poate fi îmbunătăţită la nivelul la care se cere în prezent. Ca urmare, pentru zonele de strat care în mod obişnuit se exploatează cu abataje cameră, s-a impus găsirea de noi soluţii care să conducă, în final, la înlocuirea acestei metode de exploatare cu metode şi tehnologii mai perfecţionate, cu indicatori tehnico-economici superiori.

În aceste condiţii, cercetările care s-au desfăşurat pînă în prezent în cadrul Combinatului minier Valea Jiului şi respectiv Institutul de cercetări şi proiectări miniere pentru cărbune Petroşani au cuprins, în principal, următoarele domenii mai importante:

— soluţionarea tăierii cărbunelui din stratele groase cu combine de abataj;

— introducerea susţinerii mecanizate în abatajele frontale din stratele groase, în condiţiile funcţionării abatajului sub tavan artificial;

— perfecţionarea sistemului de lucrări de pregătire în steril şi cărbune, în vederea mecanizării complexe a abatajelor cu front lung;

— perfecţionarea construcţiei tavanului artificial la abatajele frontale;

— geometrizarea cîmpurilor de abataj, în vederea asigurării funcţionării susţinerilor mecanizate pe cîmpuri de abataj mai mari, fără a executa echipări şi dezechipări frecvente ale abatajului, în funcţie de modificările de grosime ale stratului pe direcţie;

— înlocuirea abatajelor cameră din zonele de strat cu condiții de zăcămînt mai dificile, cu abataje cu front scurt în felii orizontale;

— înlocuirea abatajelor comeră în felii ascendente cu rambleu hidraulic din zonele de retezare, cu abataje frontale în felii descendente și rambelu întărit.

La alegerea și stabilirea de noi metode și tehnologii de lucru pentru exploatarea stratului 3, s-au luat în considerare următoarele criterii de bază:

- exploatarea stratului să se facă și în continuare cu împărțirea în felii, cu extragerea integrală a cărbunelui și folosirea la maximum a proprietăților tavanului metalic flexibil;
- exploatarea cărbunelui să se realizeze cu împărțirea stratului în felii orizontale, descendente, cu grosimi de felie similare, sau eventual modificate față de cele care se extrag cu metodele clasice;
- noile metode să permită aplicarea de tehnologii de lucru moderne, cu folosirea mecanizării și respectiv obținerea de indicatori superiori față de metodele pe care le înlocuiește;
- metodele să aibă un grad de suplețe ridicat, astfel încît să se poată asigura continuitatea producției la trecerea abatajului prin zona cu variații de grosime și înclinare a stratului;
- lucrările de pregătire din strat să se poată executa din rețeaua de lucrări de pregătire din steril care deservesc și celelalte metode de exploatare;
- susținerea spațiului de lucru din abataj să se poată realiza cu elemente metalice moderne, care să asigure monografii de susținere corespunzătoare pentru tehnologia de lucru adoptată;
- separarea spațiului de lucru din abataj de rocile sterile din zona exploatată să se poată realiza ușor, prin intermediul unui tavan artificial construit din plasă metalică și elemente de rezistență corespunzător dimensionate;
- dirijarea presiunii miniere să se facă prin prăbușire totală, în condițiile folosirii tavanului artificial realizat din plasă metalică;
- capacitatea de producție pe abataj, în cadrul metodei sau tehnologiei care se propune, să fie mai mare decît capacitatea de producție care se realizează cu metodele înlocuite;
- productivitatea muncii pe metodă să fie mai mare decît realizările maxime obținute cu metodele clasice;
- prețul de cost al tonei de cărbune extras pe metodă să fie mai mic decît prețul de cost minim realizat cu metodele obișnuite;
- să prezinte siguranță pentru personalul din abataj.

În continuare sînt prezentate succint cercetările care s-au desfășurat în ultimul timp în Valea Jiului, în domeniul înlocuirii abatajelor cameră din zonele de retezare, cu abataje frontale în felii orizontale descendente.

Înlocuirea abatajelor cameră din zonele de retezare cu abataje frontale în felii orizontale descendente

La exploatarea stratelor groase din Valea Jiului, conform instrucțiunilor de prevenire și combatere a focurilor endogene, izolarea unui foc de mină sau pilier de cărbune abandonat se realizează prin crearea unei zone de rambleu total în toate feliile pe o înălțime egală cu verticala coborîtă de la acoperișul primei felii de rambelu, pînă la culcușul stratului, plus minimum 2 felii (Instr. la N.D.P.M., ed. 1977).

Avînd în vedere această precizare, cît și faptul că în unele cazuri condițiile de zăcămînt și structura lucrărilor de deschidere și pregătire nu permit ca exploatarea cărbunelui din zonele de foc să se realizeze integral, se practică frecvent sistemul de exploatare prin retezarea stratului la nivelul orizontului la care sînt executate lucrări de deschidere și pregătire.

În aceste condiții, exploatarea rezervelor de cărbune din aceste zone s-a realizat pînă în prezent cu abataje cameră transversale, în felii orizontale ascendente, susținute cu lemn și dirijarea presiunii miniere prin rambleierea hidraulică a spațiului exploatat.

Cu această tehnologie de exploatare se extrag mai întîi trei felii ascendente, prima felie fiind extrasă la nivelul orizontului superior, iar în continuare se exploatează descendent toate celelalte felii, pînă se realizează înălțimea de rambleiere pe verticală, prevăzută de normele și instrucțiunile în vigoare.

Tehnologia de exploatare aplicată în prezent la retezarea stratelor groase din Valea Jiului nu este rezultatul unor cercetări, ci are la bază tradiția și experiența dobîndită pe parcursul anilor, precum și rezultatele bune obținute prin aplicarea acestei tehnologii, în scopul prevenirii și combaterii focurilor de mină.

Se menționează totuși că sistemul de retezare amintit prezintă și unele neajunsuri, dintre care:

— exploatarea se realizează numai cu abataje cameră;

— în timpul rambleierii, lucrările de pregătire și zonele învecinate sînt scoase parțial din circuitul producției, din cauza acumulărilor de apă și material mărunt;

— trebuie să se practice, într-o proporție relativ mare, tăierea cărbunelui cu ciocanul de abataj;

— începînd cu felia a II-a exploatată ascendent, intervin dificultăți mari în realizarea susținerii prin faptul că sînt necesare tropane pe vatră, se produc convergențe mari și respectiv declanșări de presiuni ridicate;

— aerisirea camerelor se realizează cu instalaţii de aeraj parţial;
— nu se realizează drenarea metanului;
— se obţin indicatori tehnico-economici diminuaţi.

● susţinerea abatajului poate fi realizată, fie cu stîlpi hidraulici individuali, fie cu susţinere mecanizată, cu portanţe mult mai mari decît în cazul abatajelor cameră susţinute în

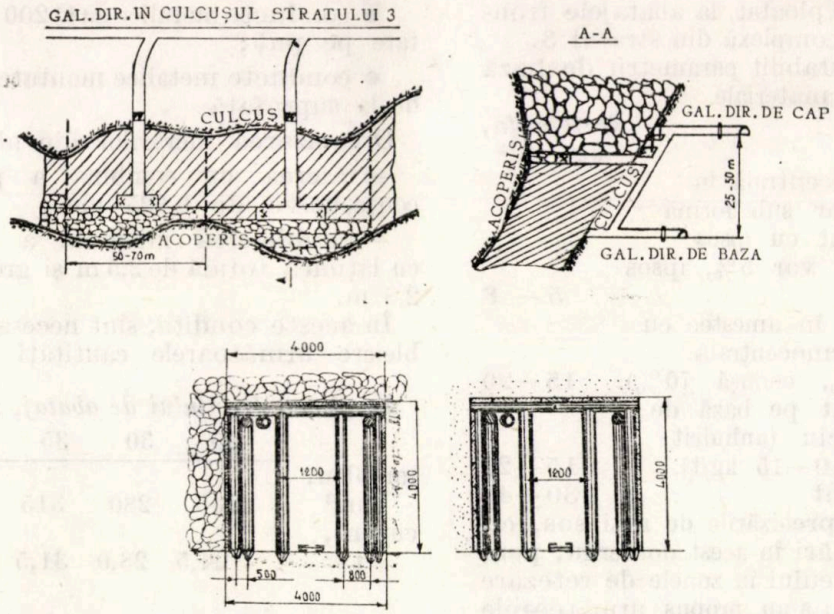


Fig. 1. Metoda de exploatare în felii orizontale descendente, extrase cu abataje cameră direcţionale

Ţinînd seama de prevederile N.D.P.M. şi de posibilităţile tehnice şi materiale de care dispunem în prezent, în ultima perioadă s-au făcut propuneri ca în etapa imediat următoare zonele de retezare să se exploateze în felii orizontale descendente cu rambleu pneumatic întărit.

S-au preconizat următoarele variante de tehnologie:

a) abataje cu front lung în felii orizontale, cu susţinere metalică individuală;

b) abataje cu front lung în felii orizontale, cu susţinere mecanizată.

Dintre factorii mai importanţi, care permit ca în etapa actuală să se renunţe la abatajele cameră din zonele de retezare şi să se treacă la abatajele frontale în felii orizontale descendente, se menţionează:

● instrucţiunile şi reglementările în vigoare privind exploatarea stratelor groase, ed. 1977, care nu interzic aplicarea abatajelor frontale în felii orizontale descendente;

● lucrările de pregătire care se execută la nivel de felie, susţinute cu armături din elemente TH, asigură secţiuni relativ mari pe toată durata de funcţionare a abatajului, fără a crea depresiuni ridicate în zona cîmpului de abataj;

● tăierea cărbunelui în abataj se poate realiza cu combine, eliminîndu-se aproape în întregime fisurarea cărbunelui şi surpările din tavanul abatajului;

lemn; se reduc convergenţele şi se elimină fisurarea cărbunelui;

● tavanul artificial realizat în prezent din covoare de plasă cu diametrul firului de sîrmă de 5 mm, care constituie un planşeu de separare mult mai rezistent decît planşeul realizat din jumătăţi de lemn şi scîndură;

● dirijarea presiunii miniere se poate realiza cu rambleu pneumatic întărit, cu tasări mult mai reduse decît în cazul rambleului hidraulic.

În cadrul metodei, lucrările de pregătire în steril rămîn nemodificate, iar la nivel de felie cuprind două preabataje din care unul săpat la culcuş, iar cel de-al doilea la acoperişul stratului.

Sînt preconizate:
— preabataje cu profil de 10—12 m²;
— săparea, pe cît posibil, cu combine;
— susţinerea cu elemente metalice, în cîmpul de 0,6—0,7 m;
— bandajarea la tavan cu jumătăţi de lemn.

Tehnologia de lucru din abataj cuprinde:
— grosimi de felie de 2,8 m;
— tăierea cărbunelui cu combine de abataj;
— susţinerea spaţiului de lucru din abataj cu stîlpi hidraulici SVJ-315 şi grinzi articulate de 1,25 m, sau susţinere mecanizată;
— tavan artificial realizat din două rînduri de covoare de plasă cu diametrul firului de sîrmă de 5 mm;

— rambleu întărit în spațiul exploatat.

Pînă în prezent în minele din Valea Jiului nu s-au efectuat cercetări privind rambleul întărit și nici nu există experiență în acest sens. S-au efectuat, în schimb, cercetări de laborator și s-au găsit rețete pentru consolidarea rocilor sterile din spațiul exploatat, la abatajele frontale cu mecanizare complexă din stratul 3.

S-au verificat și stabilit parametrii de bază pentru următoarele materiale.

	Rezistența, kgf/cm²
1. Cenușă de termocentrală în amestec cu var sub formă de praf activat cu ipsos (cenușă 90%, var 5%, ipsos 5%)	5— 8
2. Ciment PZ-400 în amestec cu cenușă de termocentrală (ciment 30%, cenușă 70%).	15—20
3. Anhidrit activat pe bază de sulfat de calciu (anhidrit 100%, sulfat 10—15 kg/t).	15—20
4. Lapte de ciment	30—40

Avînd în vedere precizările de mai sus, cît și experiența altor țări în acest domeniu, pentru realizarea rambleului în zonele de retezare la minele din bazin s-au propus următoarele variante :

— agregat de rambleiere în amestec cu ciment ;

— agregat de rambleiere în amestec cu cenușă de termocentrală și ciment.

S-au propus :

— în primul caz, 75—100 kg ciment la 1 m³ rambleu ;

— în al doilea caz, 0,250 m³ cenușă de termocentrală în amestec cu ciment (60% cenușă, 40% ciment).

Pentru transportul materialului de la suprafață pînă la orizontul la care se rambleează s-au analizat două variante ;

- conducte metalice cu Ø 200—250 mm montate pe puț ;
- conducte metalice montate în găuri forate de la suprafață.

Organizarea lucrărilor din abataj prevede :

— tăierea cu combina a patru cîmpuri consecutive de 0,625 mm ;

— rambleierea integrală a două cîmpuri, cu lățimea totală de 2,5 m și grosimea feliei de 2,8 m.

În aceste condiții, sînt necesare pentru rambleiere următoarele cantități de materiale :

	lungimea frontului de abataj, m				
	25	30	35	40	45
rambleu, m³	245	280	315	350	385
ciment, t	24,5	28,0	31,5	35,0	38,5

Indicatori tehnico-economici posibil de realizat

S-au luat în considerare indicatorii care se pot realiza în cadrul unui ciclu de producție, corespunzător unei avansări de 1,25 m și lungimea frontului de abataj de 40 m, și s-au comparat cu indicatorii medii care se obțin

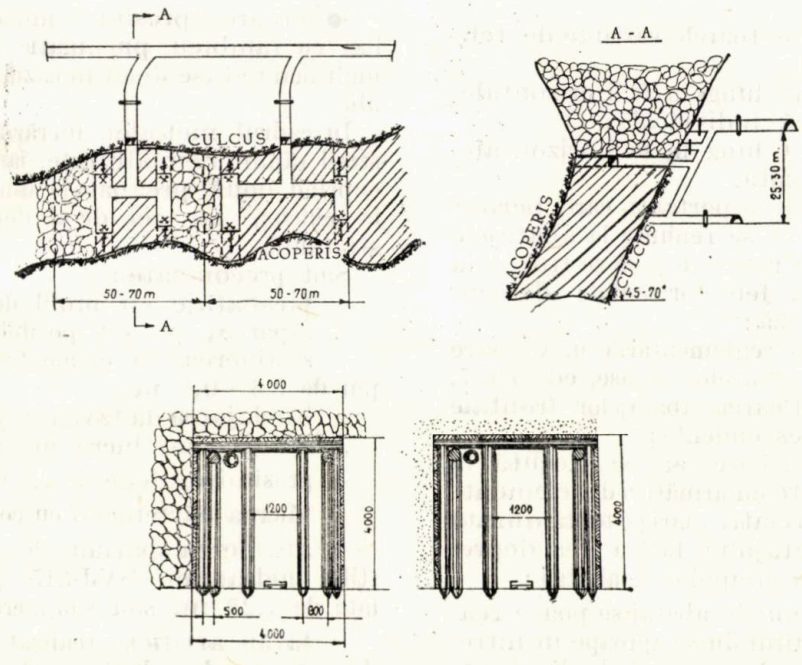


Fig. 2. Metoda de exploatare în felii orizontale descendente, extrase cu abataje cameră transversale

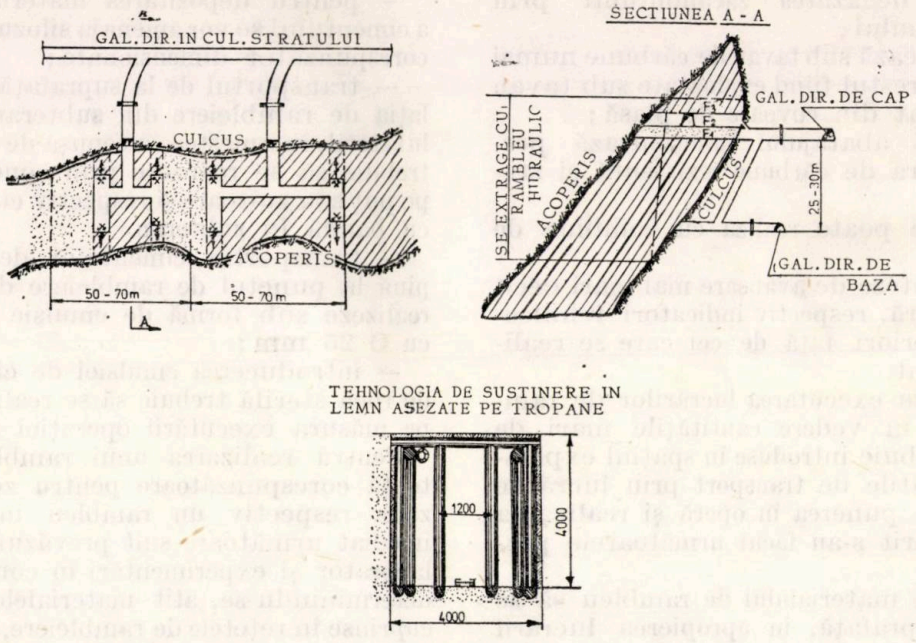


Fig. 3. Metoda de exploatare în felii orizontale ascendente, extrase cu abataje cameră transversale.

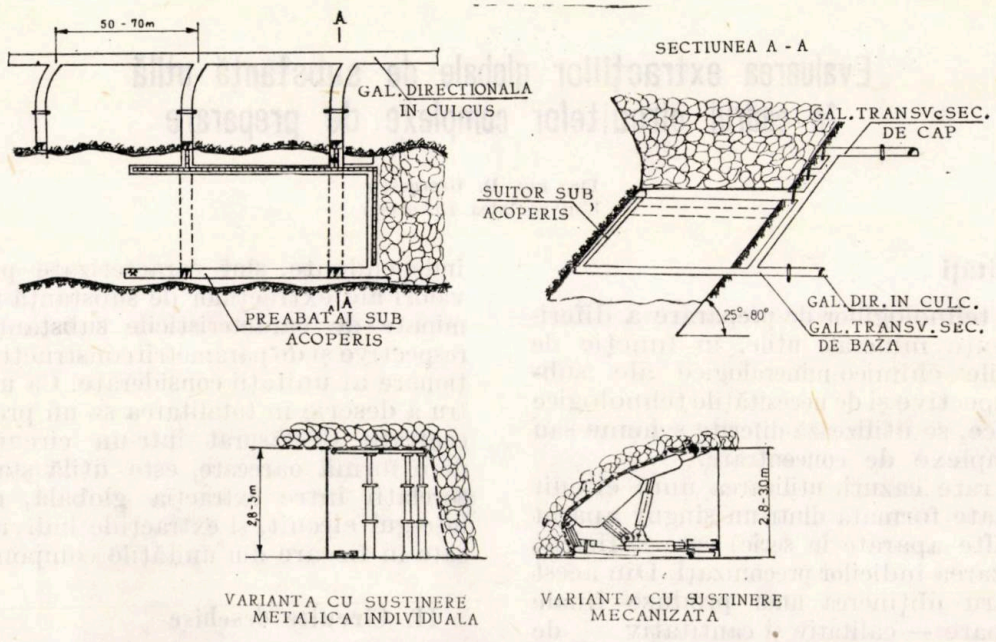


Fig. 4. Metoda de exploatare în felii orizontale cu front lung (varianta cu preabataj sub acoperiș).

în abatajele cameră, cu rambleu hidraulic:

	t/lună	t/post	post/zi
— abataje cameră	1 148	2,30	20
— felie de 2,8 m, cu susținere metalică individuală, tăiere cu combina	5 000	6,33	33
— felie de 2,8 m, susținere mecanizată, tăiere cu combina	5 250	7,76	27

În baza analizei efectuate, s-a ajuns la concluzia că exploatarea stratelor groase în zonele de retezare cu abataje frontale în falii descendente, cu susținere metalică individuală sau susținere mecanizată și rambleiere pneumatică a spațului excavat, prezintă următoarele avantaje mai importante:

● aerisirea abatajului se realizează sub depresiunea generală a minei, se asigură condiții optime de aeraj, reducîndu-se la minimum acumulările de metan în frontul de lucru;

● permite degazarea zăcămîntului prin drenarea metanului;

● se exploatează sub tavan de cărbune numai o singură felie, restul fiind exploatate sub tavan artificial realizat din covoare de plasă;

● susținerea abatajului funcționează permanent pe vatra de cărbune rezistentă și stabilă;

● tăierea se poate realiza cu combine de abataj;

● asigură viteze de avansare mai mari decît abatajele cameră, respectiv indicatori tehnico-economici superiori față de cei care se realizează în prezent.

În legătură cu executarea lucrărilor de rambleiere, avînd în vedere cantitățile mari de materiale ce trebuie introduse în spațiul exploatat și posibilitățile de transport prin lucrările miniere, pentru punerea în operă și realizarea rambleului întărit s-au făcut următoarele propuneri:

— pregătirea materialului de rambleu să se realizeze la suprafață, în apropierea lucrării prin care se va face transportul în subteran;

— pentru depozitarea materialului steril și a cimentului se vor amenaja silozuri la suprafață, corespunzător dimensionate;

— transportul de la suprafață pînă la instalația de rambleiere din subteran a materialului steril, în amestec cu cenușa de termocentrală, trebuie să se realizeze prin conducte montate pe puț sau suitoare și respectiv cu transportoare cu bandă în subteran;

— transportul cimentului de la suprafață pînă la punctul de rambleiere din abataj să se realizeze sub formă de emulsie prin conducte cu Ø 25 mm;

— introducerea emulsiei de ciment în masa de rocă sterilă trebuie să se realizeze în abataj pe măsura executării operației de rambleiere.

Pentru realizarea unui rambleu de consistență corespunzătoare pentru zonele de retezare, respectiv un rambleu întărit, în etapa imediat următoare sînt prevăzute cercetări de laborator și experimentări în condiții de mină, determinîndu-se, atît materialele care trebuie cuprinse în rețetele de rambleiere, cît și posibilitățile de procurare a acestor materiale.

Evaluarea extracțiilor globale de substanță utilă în cadrul circuitelor complexe de preparare

Dr. ing. **D. Georgescu**
Universitatea București

I. Generalități

În cadrul tehnologiilor de preparare a diferitelor substanțe minerale utile, în funcție de caracteristicile chimico-mineralogice ale substanțelor respective și de necesitățile tehnologice sau economice, se utilizează diferite scheme sau circuite complexe de concentrare.

În foarte rare cazuri, utilizarea unui circuit simplu (unitate formată dintr-un singur aparat sau mai multe aparate în serie) este suficient pentru realizarea indicilor preconizați. Din acest motiv, pentru obținerea unor produse finale corespunzătoare — calitativ și cantitativ — de cele mai multe ori se procedează la o retratare a produselor intermediare. Retratarea concentratului unității primare se efectuează în unități de îmbogățire sau reconcentrare, iar retratarea reziduului (sterilului) în unități de curățire sau epuizare.

Din punct de vedere tehnologic, operațiile de îmbogățire asigură o calitate corespunzătoare a concentratului final, iar operațiile de curățire asigură realizarea unei extracții de substanță utilă cît mai mari, respectiv reducerea pierderilor de component util în sterilul final.

Fiecare din unitățile (operațiile) ce compun un circuit complex, privite ca circuite simple, independente, sînt caracterizate prin anumite valori ale extracțiilor de substanță utilă, determinate de caracteristicile substanței minerale respective și de parametrii constructivi și de funcționare ai unității considerate. Ca urmare, pentru a descrie în totalitatea sa un proces de concentrare desfășurat într-un circuit complex, de o formă oarecare, este utilă stabilirea unei corelații între extracția globală, realizată pe întregul circuit, și extracțiile individuale, realizate în fiecare din unitățile componente.

II. Circuite deschise

În cazul circuitelor deschise, produsele unității primare sînt prelucrate în continuare în una sau mai multe unități (trepte) de reconcentrare și de epuizare, fără a se proceda însă la o recircuitare a produselor intermediare rezultate de aceste unități.

Un circuit deschis ce cuprinde, pe lîngă unitatea de bază primară P, un număr a de trepte de reconcentrare R și un număr b de trepte de epuizare E poate fi exprimat simbolic prin $(aR+bE)$, parantezele rotunde arătînd că este vorba de un circuit deschis de preparare.

Spre deosebire de circuitele închise, caracterizate prin obținerea a numai două produse

finale (concentrat și steril), în cazul circuitelor deschise, numărul produselor poate fi mai mare ; pe lîngă concentratul și sterilul final — obți-

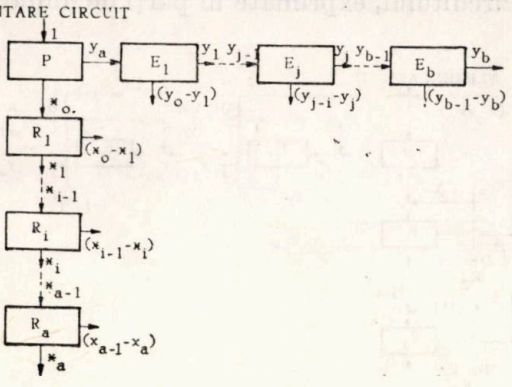


Fig. 1. Circuit de preparare deschis ($aR + bE$).

nute la ultimele trepte — se mai pot obține unul sau mai multe concentrate secundare sau produse intermediare.

Pentru cazul general se consideră un circuit deschis oarecare (fig. 1) aflat la echilibru și format din a trepte de reconcentrare (îmbogățire) și b trepte de epuizare (curățire).

Considerînd debitele de substanță utilă (masele raportate la timp, exprimate în părți de unitate în raport cu alimentarea circuitului) și notînd aceste debite cu :

x_0, y_0 — în concentratul, respectiv reziduul unității primare ;

x_i (unde $i = 1 \ldots a$) — în concentratele unităților de reconcentrare ;

y_i (unde $j = 1 \ldots b$) — în reziduurile unităților de epuizare, se pot scrie ecuațiile de bilanț pe întregul circuit după cum urmează :

$$\begin{cases} x_0 + y_0 = 1 \\ x_0 = m_P \\ x_i = m_{R_i} \cdot x_{i-1}, \quad \text{unde } i = 1 \ldots a \\ y_j = (1 - m_{E_j}) \cdot y_{j-1}, \text{ unde } j = 1 \ldots b \end{cases} \tag{1}$$

În sistemul (1) s-au notat cu m_P, m_{R_i} și m_{E_j} extracțiile de substanță utilă realizate la unitățile de concentrare primară, reconcentrare (a trepte) și epuizare (b trepte).

Deoarece extracțiile de substanță utilă în produsele considerate finale reprezintă, în acest caz, sume ale debitelor de substanță utilă în aceste produse prin rezolvarea sistemului (1), format din $a + b + 2$ ecuații, se pot stabili relații cu caracter general între extracțiile totale, pe întregul circuit, și extracțiile individuale, realizate în unitățile circuitului deschis respectiv.

Cum în cazul circuitelor de preparare deschise pot exista diferite situații în ceea ce privește numărul produselor considerate finale, în continuare sînt analizate cîteva din acestea (fig. 2), metodologia fiind aceeași pentru oricare altă situație.

În situația prezentată în figura 2, cînd se presupune obținerea unui singur concentrat

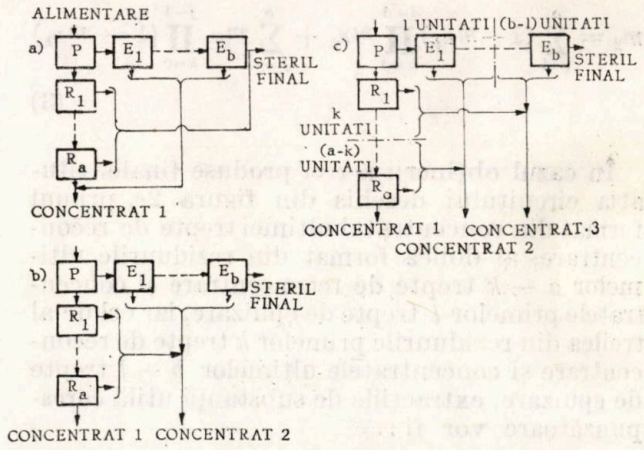


Fig. 2. Posibilități de obținere a produselor finale în cadrul circuitelor de preparare deschise

final, format din concentratul ultimei unități de reconcentrare și concentratele tuturor treptelor de epuizare (situație mai rar întîlnită în practică), extracția de substanță utilă va fi :

$$m = m_P . m_{R_1} \ldots m_{R_a} + m_{E_1}(1 - m_P) +$$

$$+ m_{E_2}(1 - m_{E_P})(1 - m_{E_1}) + \ldots +$$

$$+ m_{E_b}(1 - m_P)(1 - m_{E_1}) \ldots (1 - m_{E_{b-1}})$$

sau considerînd $m_P = m_{R_0} = m_{E_0}$:

$$m = \prod_{i=0}^{a} m_{R_i} + m_{E_1} \prod_{h=0}^{0} (1 - m_{E_h}) + m_{E_2} \prod_{h=0}^{1} (1 - m_{E_h}) +$$

$$+ \ldots + m_{E_b} \prod_{h=1}^{b-1} (1 - m_{E_h})$$

sau :

$$m = \prod_{i=0}^{a} m_{R_i} + \sum_{i=1}^{1} m_{E_j} \prod_{h=0}^{j-1} (1 - m_{E_h}) \tag{2}$$

În situația obținerii a două concentrate finale, conform figurii 2b, cînd primul concentrat se obține la ultima unitate (treaptă) de reconcentrare, iar cel de-al doilea este format din reziduurile celor a trepte de reconcentrare și din concentratele celor b trepte de epuizare, extracțiile de substanță utilă în cele două produse pot fi exprimate în funcție de extracțiile

individuale, prin rezolvarea sistemului (1), astfel:

$$m_1 = \prod_{i=0}^{a} m_{R_i}$$

$$m_2 = \sum_{i=1}^{a} (1-m_{R_i}) \prod_{h=0}^{i-1} m_{R_h} + \sum_{j=1}^{b} m_{E_j} \prod_{h=0}^{j-1} (1 - m_{E_h}) \tag{3}$$

În cazul obținerii a trei produse finale, situația circuitului deschis din figura 2*c*, primul format din concentratul ultimei trepte de reconcentrare, al doilea format din reziduurile ultimelor $a - k$ trepte de reconcentrare și concentratele primelor l trepte de epuizare, iar cel de-al treilea din reziduurile primelor k trepte de reconcentrare și concentratele ultimelor $b - l$ trepte de epuizare, extracțiile de substanță utilă corespunzătoare vor fi:

$$m_1 = \prod_{i=0}^{a} m_{R_i}$$

$$m_2 = \sum_{i=k+1}^{a} (1-m_{R_i}) \prod_{h=0}^{i-1} m_{R_h} + \sum_{j=1}^{l} m_{E_j} \prod_{h=0}^{j-1} (1-m_{E_h})$$

$$m_3 = \sum_{i=1}^{k} (1-m_{R_i}) \prod_{h=0}^{i-1} m_{R_h} + \sum_{j=l+1}^{b} m_{E_j} \prod_{h=0}^{j-1} (1-m_{E_h}) \tag{4}$$

III. Circuite uniforme închise

În general, circuitele închise de preparare sînt caracterizate prin faptul că produsele intermediare rezultate în diferite puncte sînt recirculate în interiorul acestuia, rezultînd întotdeauna două produse finale (concentrat și steril).

Dacă recircularea se execută prin readucerea reziduurilor unităților de reconcentrare (îmbogățire) și a concentratelor unităților de epuizare (curățire), în cadrul treptelor imedat anterioare celor de proveniență a acestor produse, astfel de circuite închise sînt considerate ca uniforme, spre deosebire de circuitele închise, care nu respectă această regulă, sau de cele parțial închise, la care nu toate produsele intermediare sînt recirculate.

Un circuit uniform închis, cuprinzînd a unități de reconcentrare și b unități de epuizare, va fi simbolizat prin $[aR + bE]$, parantezele drepte indicînd această caracteristică.

Pentru stabilirea corelației dintre extracția globală de substanță utilă m și extracțiile realizate în diferitele unități componente ale circuitului, m_P, $m_{R_i}(i = 1 \ldots a)$ și $m_{E_j}(j = 1..b)$ se consideră cazul general (fig. 3) în care debitele de substanță utilă în diferitele puncte ale circuitului, exprimate în părți de unitate raportate la debitul de substanță utilă din alimentare, se notează cu:

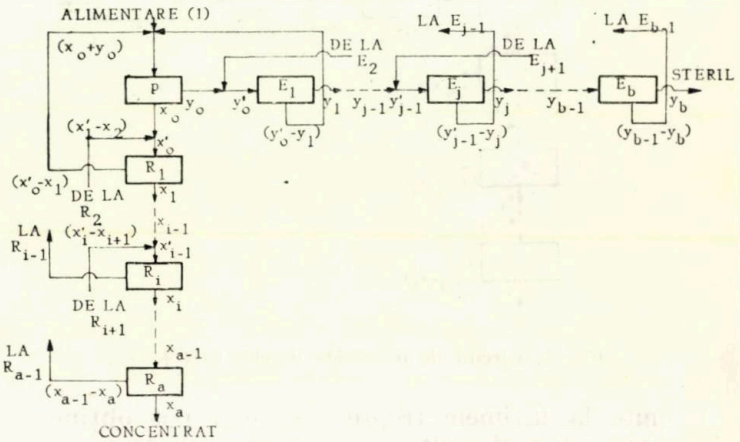


Fig. 3. Circuit de preparare uniform închis $aR + bE$

x_0 și y_0 — în concentratul, respectiv reziduul unității primare;

x'_{i-1} și x_i (unde $i=1 \ldots a$) — în alimentarea, respectiv concentratul unităților de reconcentrare;

y'_{j-1} și y_i (unde $j = 1 \ldots b$) — în alimentarea, respectiv reziduul unităților de epuizare.

Scriind ecuațiile de bilanț pentru întregul circuit, se obține un sistem format dintr-un număr de două $(a + b)$ ecuații simple:

$$\begin{cases} x_0 + y_0 = 1 + (x'_0 - x_1) + (y'_0 - y_1) \\ x_0 = m_P(x_0 + y_0) \\ x'_{i-1} = x_{i-1} + (x'_i - x_{i+1}) \\ x_i = m_{R_i} \cdot x'_{i-1} \end{cases} \text{unde } i=1..(a-1)$$

$$x_a = m_{R_a} \cdot x_{a-1}$$

$$\begin{cases} y'_{j-1} = y_{j-1} + (y'_j - y_{j+1}) \\ y_j = (1 - m_{E_j})\, y'_{j-1} \end{cases} \text{unde } j=1 \ldots (b-1)$$

$$y_b = (1 - m_{E_b}) y_{b-1} \tag{5}$$

Rezolvarea sistemului în raport cu x_a, care reprezintă tocmai extracția globală de substanță utilă m în concentratul final obținut la ultima treaptă de reconcentrare, permite stabilirea relației:

$$m = \frac{m_P A}{m_P A + (1 - m_P B)} \tag{6}$$

unde A și B sînt expresii în funcție numai de extracțiile de substanță utilă realizate în unitățile de reconcentrare și în cele de epuizare. Pentru valori a, $b \leqslant 3$:

$$A = \frac{\prod_{i=1}^{a} m_{R_i}}{1 - \sum_{i=1}^{a-1} m_{R_i}(1 - m_{R_{i+1}})}$$

și:

$$B = \frac{\prod_{j=1}^{b} (1 - m_{E_j})}{1 - \sum_{j=1}^{b-1} m_{E_{j+1}}(1 - m_{E_j})} \qquad (7)$$

Cînd un circuit uniform închis cuprinde mai mult de trei trepte de reconcentrare sau de epuizare, expresiile corespunzătoare pentru A sau B devin mai complicate, respectiv mai dificil de calculat. Cînd se pune problema rezolvării unor astfel de circuite, este recomandabilă metoda prezentată în continuare pentru calcularea circuitelor sau schemelor de preparare neuniforme.

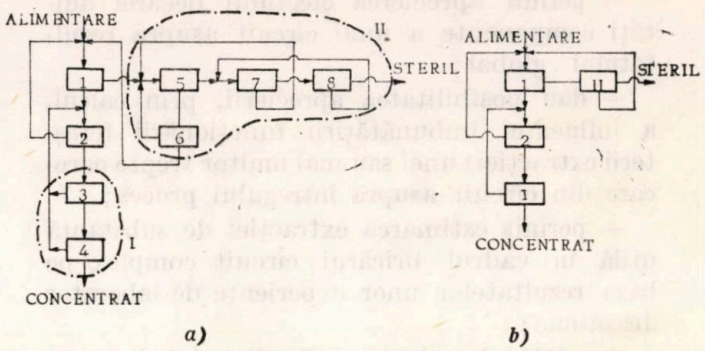
IV. Circuite neuniforme

Circuite neuniforme pot fi considerate toate schemele de preparare care, prin complexitatea și modul lor de alcătuire, nu respectă o regulă anume.

Rezolvarea acestor scheme, respectiv exprimarea extracției globale în funcție de extracțiile realizate în fiecare din unitățile componente, este posibilă prin abordarea etapizată a problemei și utilizarea relațiilor matematice deduse anterior. În principiu, metoda constă în delimitarea pe schema neuniformă analizată a unor circuite paraţiale rezolvabile (deschise sau uniform închise) și transformarea fictivă a schemei în care circuitele parțial rezolvabile apar ca unități.

Pentru exemplificare se consideră un circuit neuniform cuprinzînd opt unități (fig. 4), în cadrul căruia pot fi delimitate și rezolvate două circuite parțiale : circuitul I, deschis, de forma $(1R + 0E)$ căruia în corespunde extracția de substanță utilă m_I, și circuitul II, uniform închis, de forma $[1R + 2E]$, caracterizat prin extracția de substanță utilă m_{II}. Prin urmare, schema respectivă poate fi transformată fictiv într-un circuit uniform închis (fig. 4*b*) de forma $[2R + 1E]$, în care produsele unității 1 sînt retratate în unitățile de reconcentrare 2 și I și în unitatea de epuizare II și pentru care este valabilă relația (6):

$$m = \frac{m_1 A}{m_1 A + (1 - m_1) B}$$



a) *b)*

Fig. 4. Transformarea unui circuit de preparare neuniform într-un circuit uniform închis de tip $[2R + 1E]$

unde, conform expresiilor (7):

$$A = \frac{m_2 \cdot m_I}{1 - m_2(1 - m_I)} \quad \text{și} \quad B = 1 - m_{II}$$

Rezultă că pentru rezolvarea circuitului este acum necesară stabilirea valorilor m_I și m_{II}, conform formei circuitelor parțiale.

Pentru circuitul I, de forma $(1R + 2E)$, cuprinzînd unitățile 3 și 4 :

$$m_I = m_3 \cdot m_4$$

Pentru circuitul II, de forma $[1R + 2E]$, alcătuit din unitățile 5 (primară), 6 (reconcentrare) și 7, 8 (epuizare):

$$m_{II} = \frac{m_5 A_{II}}{m_5 A_{II} + (1 - m_5) B_{II}}$$

unde :

$$A_{II} = m_6 \quad \text{și} \quad B_{II} = \frac{(1 - m_7)(1 - m_8)}{(1 - m_8)(1 - m_7)}$$

Din cele prezentate rezultă că pentru orice circuit sau schemă de preparare a substanțelor minerale utile, oricîte complicații ar presupune în ceea ce privește numărul unităților de tratare, componente și modul de recirculare a produselor intermediare, extracția de substanță utilă, realizată global, poate fi exprimată în funcție de extracțiile individuale (parțiale), prin relații matematice corespunzătoare, utilizînd cînd este cazul și metoda transformărilor fictive.

Concluzii

Relațiile privitoare la evaluarea extracției globale de substanță utilă în cadrul circuitelor complexe de preparare, pe baza extracțiilor parțiale realizate în unitățile componente, sînt importante prin următoarele :

— permit analiza comparativă a diferitelor scheme sau circuite complexe de preparare ;

— permit aprecierea efectului fiecărei unităţi componente a unui circuit asupra rezultatului global;

— dau posibilitatea aprecierii, prin calcul, a influenţei îmbunătăţirii funcţionării (creşterii extracţiei) unei sau mai multor trepte oarecare din circuit asupra întregului proces;

— permit estimarea extracţiei de substanţă utilă în cadrul oricărui circuit complex pe baza rezultatelor unor experienţe de laborator discotinue;

— relaţia de calcul a extracţiei globale poate constitui ecuaţia de bază a unui model matematic în cazul proceselor complexe, fiind utilizabilă, atît pentru optimizarea proiectării, cît şi a conducerii fluxurilor tehnologice de preparare a substanţelor minerale utile.

Bibliografie

[1] Georgescu, D. *Contribuţii la studiul pe baze cinetice a circuitelor de flotaţie.* Teză de doctorat, 1972

[2] Georgescu, D. *Contribuţii privind proiectarea şi optimizarea circuitelor de flotaţie.* Lucrările ştiinţifice ale I. M. Petroşani, 1970.

[3] Huber-Panu, I. şi Georgescu, D. *Uber die berechnungsmethoden der flotations anlagen.* Rev. Roum. sci. techn.-Metallurgie, tome 17, 1972.

[4] Razumov, K. A. Obogascenia rud, nr. 6, 1970

Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare (II)*

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

VII. Stabilitatea elastomecanostatică a cintrelor

În timpul lansării coloanelor de tubare la puţ şi al executării operaţiilor de cimentare, de asemenea, în condiţiile de exploatare, însă numai pentru zonele necimentate, cintrele se comportă ca niste inele (de rigidizare) circulare solicitate prin sarcini exterioare radiale uniforme $q = p \cdot 1$, în N/mm, care, de fapt, reprezintă rezultanta aşa-numitei presiuni exterioare ce revine unităţii de lungime din perimetrul (median al) inelului corespunzător.

După cimentarea coloanei tubulare cu diametru mare, cintrele din zona cimentată se comportă ca niste inele (de rigidizare) circulare subţiri amplasate strîns într-un locaş de asemenea circular, cu diametrul $D_0 < D_{ei}$, în mm, din masivul de beton suficient de rigid.

În cele ce urmează, stabilitatea elastomecanostatică a cintrelor se abordează, în mod distinct, în ambele ipostaze.

1. *Solicitarea prin sarcini exterioare radiale uniforme*

Se consideră notaţiile: $q_{sup\,min}$, $q_{inf\,min}$ — sarcina radială unitară, critică superioară minimă şi critică inferioară minimă, în N/mm; q_s — sarcina unitară admisibilă (minimă) din punctul de vedere al stabilităţii elastomecanostatice, în N/mm; $c_{sq} \to c_{sup\,q} \geqslant 4{,}00$ sau $c_{inf\,q} \geqslant 2{,}80$ — coeficienţii globali de siguranţă la stabilitate, faţă de sarcinile unitare critice superioare (sup → stabilitatea în mic) sau inferioare (inf → stabilitatea în mare), pentru solicitarea cintrelor, respectiv a inelelor de rigidizare, prin sarcini exterioare radiale uniforme (q, în N/mm).

De această dată, în forma sa completă şi utilizabilă ca atare în practică, condiţia de stabilitate (15 b) se scrie astfel [2]:

$$q \leqslant q_s = \min. \left(\frac{q_{sup\,min}}{c_{sup\,q}}, \frac{q_{inf\,min}}{c_{inf\,q}} \right). \qquad (72)$$

Întrucît, de regulă, cintrele coloanelor de tubare cu diametru mare (fig. 1), solicitate la presiune exterioară uniformă (fig. 15), sînt de

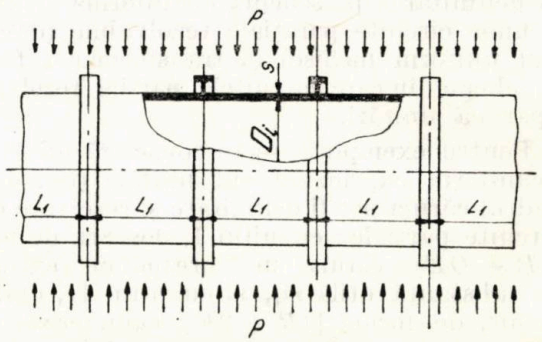


Fig. 15. Schema de calcul pentru structura tubulară rigidizată transversal cu cintre şi solicitată la presiune exterioară uniformă.

tipul inelelor de rigidizare fixate de peretele metalic prin sudură întreruptă (fig. 1, *b*), într-o primă aproximaţie, porţiunea de cintru dintre două puncte consecutive de solidarizare cu tubulatura se poate considera ca un arc de

* Partea I în revista Mine, Petrol şi Gaze, vol. 32, nr. 11, 1981, p. 545—560

inel cu extremităţile articulate (fig. 16). Drept urmare, sarcina unitară critică superioară minimă se determină cu binecunoscuta formulă clasică Mayer-Timoshenko-Link :

$$q_{sup\ min} = \frac{8EI_i}{D_{mi}^3}\left(\frac{4\pi^2}{\alpha^2} - 1\right), \qquad (73)$$

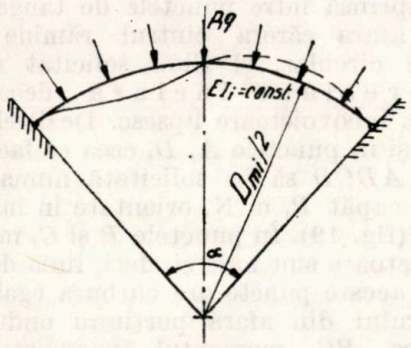


Fig. 16. Schema de calcul privind arcele de cintre cu extremităţi articulate şi cu EI_i = const., solicitate prin sarcini exterioare radiale uniforme.

în care D_{mi} este diametrul mediu, în mm, al cintrelor, respectiv al inelelor de rigidizare, iar α — unghiul la centru, în rad, care întinde arcul de cintru (inel de rigidizare) dintre două puncte consecutive de solidarizare cu coloana tubulară (fig. 16).

Pentru cazul particular cînd $\alpha = \pi$, din (73) rezultă direct clasica formulă Bresse-Grashof :

$$q_{sup\ min} = \frac{24EI_i}{D_{mi}^3}, \qquad (74)$$

care corespunde inelelor (cintrelor) singulare iniţial perfect circulare, cu EI_i = const., solicitate prin sarcinile exterioare radiale uniforme $q = p \cdot 1$, în N/mm (fig. 17).

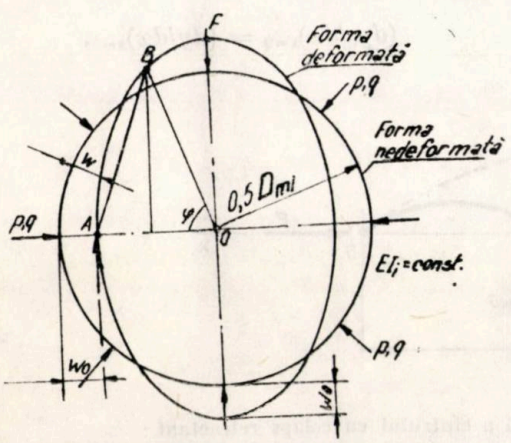


Fig. 17. Schema de calcul privind cintrele cu EI_i = const., solicitate prin sarcini exterioare radiale uniforme.

Prin urmare, rigiditatea la distorsionare a inelelor în discuţie, respectiv a cintrelor, nu se modifică nicicum prin practicarea unei singure bare (traverse) diametrale aşa-zise „de rigidizare".

Dacă, în procesul colapsului elastomecanostatic, sarcinile q rămîn orientate înspre centrul O al cintrelor (fig. 17), atunci (74) se poate înlocui prin următoarea formulă [2, 25, 26]:

$$q_{sup\ min} = \frac{36\ EI_i}{D_{mi}^3}. \qquad (75)$$

O rezolvare unanim acceptabilă a problemei stabilităţii în mare, privind determinarea sarcinii unitare critice inferioare minime $q_{inf\ min}$, nu s-a reuşit, pînă în momentul prezent, pentru sistemele de tipul inelelor circulare solicitate prin sarcini exterioare radiale uniforme.

Pentru $L_1 > 2{,}1920\sqrt{D_m s}$, întrucît $q = 1{,}1031\, p\sqrt{D_m s}$ [2], momentul de inerţie I_i, care, de fapt, dimensionează profilul cintrelor, are următoarele expresie de calcul :

$$I_i \geqslant 0{,}1839\ D_{mi}^3\sqrt{D_m s}\ (p/E), \qquad (76)$$

obţinută în baza condiţiei de stabilitate (72) şi a formulei (74), sau următoarea expresie de calcul :

$$I_i \geqslant 0{,}1226\ D_{mi}^3\sqrt{D_m s}\ (p/E), \qquad (77)$$

dacă (74) se înlocuieşte cu (75), respectiv :

$$I_i \geqslant 0{,}5516\ D_{mi}^3\sqrt{D_m S}\ p/E\ (4\pi^2/\alpha^2 - 1), \qquad (78)$$

dacă (74) se înlocuieşte cu (73).

Pentru alte condiţii şi, de asemenea, pentru alternative acoperitoare, se poate admite că $q = pL_1$ [2], în mod corespunzător rezultînd :

$$I_i \geqslant 0{,}1667\ L_1 D_{mi}^3 (p/E)\ ; \qquad (76\ a)$$

$$I_i \geqslant 0{,}1111\ L_1 D_{mi}^3\ (p/E)\ ; \qquad (77\ a)$$

$$I_i \geqslant 0{,}5\ L_1 D_{mi}^3\ p/E\ (4\pi^2/\alpha^2 - 1). \qquad (78\ a)$$

Asigurarea îndeplinirii condiţiei de stabilitate (42) impune ca distanţa mimimă, admisibilă, dintre două cintre consecutive să corespundă restricţiei :

$$L_1 \leqslant 0{,}5191 E D_m/p(D_m/s)^{5/2}. \qquad (79)$$

2. *Amplasarea strînsă în masivul de beton*

În condiţii determinate, evident, cintrele amplasate strîns în masivul de beton se pot ondula înspre interior, în limitele unui arc nu prea mare (fig. 18), acest fenomen numin-

du-se colaps prin retractare sau colaps retractant (shrink buckling — în engleză; posadocinoe vîpucivanie — în rusă).

Colapsul retractant diferă substanțial de cel corespunzător acțiunii sarcinilor exterioare

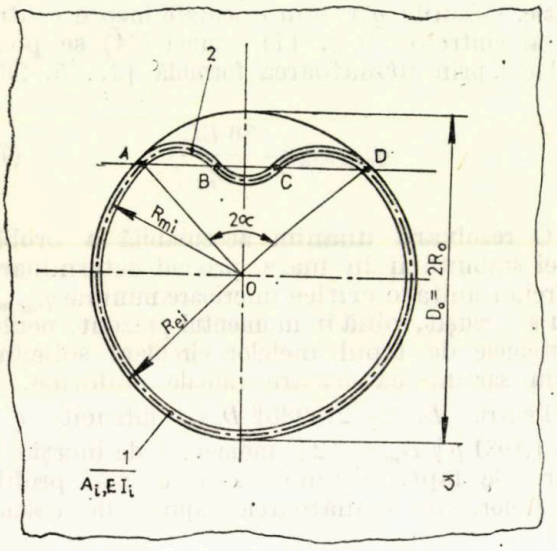


Fig. 18. Colapsul retractant al cintrelor amplasate stins în masivul de beton:

1 — cintrul propriu-zis; *2* — porțiunea ondulată a cintrului; *3* — masivul din beton; R_{mi} — raza liniei mediane a cintrului, în mm; α — semiunghiul la centru care întinde arcul de cintru care și-a pierdut stabilitatea, în rad sau grd.

radiale uniforme, studiat mai înainte, deoarece, spre deosebire de ultimul, sînt posibile numai deplasările radiale înspre interiorul cintrelor, iar apăsarea corespunzătoare arcului ce-și pierde stabilitatea dispare instantaneu în momentul colapsului.

În continuare, se prezintă și se studiază ca atare următoarele două cazuri:

a — cazul locașurilor perfect circulare cu contur rigid, problema abordîndu-se după Chicurel [27] în ipoteza că arcul de cintru colapsat retractant este întins de un unghi 2 α mic (fig. 18);

b — cazul locașurilor imperfect circulare cu contur rigid, problema abordîndu-se după Bucciarelli și Pian [28] în ipoteza valabilității teoriei aproximative a arcelor pleoștite.

2.1. Locașuri perfect circulare

Schema colapsului retractant al cintrului cu secțiune transversală plină, amplasat într-un locaș perfect circular cu contur rigid, este dată în figura 18. Partea ondulată a cintrului este cuprinsă între punctele de tangență A și D, în afara cărora cintrul rămîne pe mai departe circular, el fiind solicitat numai la compresiune inelară, deoarece momentele încovoietoare lipsesc. Dealtfel, acestea lipsesc și în punctele A, D, ceea ce face ca porțiunea $ABCD$ să fie solicitată numai de forțele de capăt P, în N, orientate în lungul corzii AD (fig. 19). În punctele B și C, momentele încovoietoare sînt nule și, deci, linia de încovoiere în aceste puncte are curbura egală cu cea a cintrului din afara porțiunii ondulate. Pe porțunea BC, momentul încovoietor are o valoare diferită de zero, concordantă cu apariția curburii inverse (ca semn) față de cea inițială a cintrului necolapsat, fiind evident că partea ondulată centrală trebuie să ajungă sub coarda AD.

Se admite că lungimea arcului $ABCD$ este mică și că $a/l \ll 1$, ceea ce permite următoarele aproximații (pentru α în rad):

$$a = \frac{D_{mi}\,\alpha^2}{4}; \quad l = D_{mi}\alpha; \quad y_0 = \frac{4a}{l^2}\,x(l - x). \tag{80}$$

Configurația arcului de cintru, colapsat retractant, se poate exprima, în funcție de P, cu următoarea formulă [29]:

$$y = (2\,a/\omega^2)[(\cos\,\omega)^{-1}\cos\,(1 - 2x/l)\omega - 1]. \tag{81}$$

Din condiția, care trebuie îndeplinită, a continuității pantei în punctele A și D (fig. 19):

$$(dy_0/dx)_{x=0} = (dy/dx)_{x=0},$$

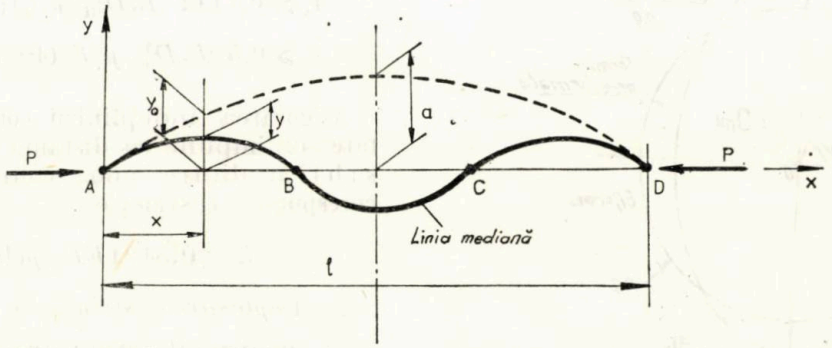


Fig. 19. Schema de calcul pentru porțiunea ondulată a cintrului cu colaps retractant:

$a = f_{max}$ reprezintă săgeata, respectiv înălțarea maximă a arcului de cintru înainte de pierderea stabilității, în mm; l — lungimea corzii arcului care-și pierde stabilitatea, în mm; P_0 — sarcina inelară de compresiune care acționează în cintru înainte de pierderea stabilității, în N; P — forța, respectiv sarcina de compresiune care acționează în porțiunea ondulată a cintrului după pierderea stabilității, în N; $\omega^2 = Pl^2/4\,EI_i$; δ — diferența dintre lungimile corzilor care întind curbele y_0 și y, în mm; Δ_{cr} — diferența critică dintre diametrele locașului D_0 și cel exterior D_{ei} al cintrului (în ipoteza $D_{mi} \to D_{ei}$), în mm.

după considerarea și substituirea ecuațiilor (80) și (81), se obține $\mathrm{tg}\omega - \omega = 0$, rădăcina minimă a acestei ecuații fiind $\omega = 4{,}49$, pentru care corespund:

$$P = 80{,}64\, E\, I_i/l^2 = 80{,}64\, E\, I_i/D_{mi}^2\alpha^2;$$
$$\delta = 0{,}0766\, D_{mi}\alpha^3. \qquad (82)$$

Sarcina inelară de compresiune $P_0 \to P_{inf}$, anterioară pierderii stabilității*, nu este egală cu P, deoarece, la producerea colapsului retractant, o parte a deformațiilor de compresiune din arcul AB dispare, pentru a compensa mica diferență δ. Dispariția respectivă privește numai arcul AB (fig. 19) dacă frecarea dintre cintru și conturul de locaș, dincolo de limitele porțiunii ondulate, este suficientă pentru a împiedica lunecarea, respectiv patinarea lor relativă. Dacă, însă, există o anumită lunecare (patinare) relativă, atunci porțiunea ondulată a cintrului trebuie să absoarbă o mare parte a deformațiilor de compresiune eliberate, condițiile extremale corespunzînd situației cînd coeficientul de frecare este nul. Evident, de această dată, colapsul retractant va surveni pentru valori $\Delta = D_{ei} - D_0$ mai mici.

Pentru cazul cu frecare (fără patinare) corespunde egalitatea [16]:

$$P = P_0 - EA_i\delta/D_{mi}\alpha, \qquad (83)$$

rezultînd:

$$P_{inf} = 4{,}97(E/D_{mi})\sqrt{A_i\, I_i}\ ; \qquad (84)$$

$$\Delta_{cr} = 4{,}97\sqrt{I_i/A_i}\ ; \qquad (85)$$

$$\alpha = 5{,}695\sqrt[4]{I_i/A_i D_{mi}^2}. \qquad (86)$$

Pentru cazul fără frecare (cu patinare), corespunde egalitatea [16]:

$$P = P_0 - EA_i\delta/\pi D_{mi}, \qquad (87)$$

rezultînd:

$$P_{inf} = 6{,}164\, EA_i(I_i/A_i D_{mi}^2)^{3/5}; \qquad (88)$$

$$\Delta_{cr} = 6{,}164\, D_{mi}(I_i/A_i D_{mi}^2)^{3/5}; \qquad (89)$$

$$\alpha = 4{,}662\sqrt[5]{I_i/A_i D_{mi}^2}. \qquad (90)$$

Colapsul retractant nu va surveni atunci cînd va fi îndeplinită condiția de stabilitate (15 b), care, pentru cazul studiat aici, capătă următoarea formă particulară:

$$\Delta = D_{ei} - D_0 \leqslant \Delta_s = \Delta_{cr}/c_{s\Delta}, \qquad (91)$$

în care Δ reprezintă contracția împiedicată diametrală maximă a masivului de beton care cimentează coloana de tubare cu cintre*, în mm; Δ_s — contracția diametrală admisibilă (minimă) din punctul de vedere al stabilității cintrelor la strîngere radială uniformă, în mm; $c_{s\Delta} \geqslant 2{,}50$ — coeficientul global de siguranță la stabilitate pentru condițiile strîngerii radiale uniforme a cintrelor.

În toate cazurile cînd se va impune, ca o necesitate practică, evitarea categorică a colapsului retractant al cintrelor, pentru determinarea mărimii Δ_{cr} se va prefera formula (89), care asigură o mare rezervă de stabilitate elastomecanostatică, iar stabilirea mărimii Δ_s se va putea face chiar pentru $c_{s\Delta} \geqslant 1{,}50$.

2.2. Locașuri circulare cu contur geometric imperfect

Așa cum se întîmplă în realitate, se presupune că locașul circular are contur rigid cu imperfecțiuni de formă geometrică, proeminente înspre interior și simetrice față de axa y (fig. 20), în starea inițială, nesolicitată, cintrele cu secțiune transversală plină luînd, întocmai, configurația corespunzătoare formei conturului dat. Conform teoriei aproximative a arcelor pleoștite, forma cintrelor respective se poate transcrie prin funcția $y = y(x)$, originea O_1 a axelor de coordonate alegîndu-se astfel, încît la extremitatea porțiunii geometric imperfecte a conturului locașului — adică pentru $x = x_0$ — să rezulte $y = y(x_0) = 0$.

În continuare, deocamdată, colapsul retractant se studiază pentru comprimarea mecanică inelară a cintrelor amplasate fără frecare (cu patinare) într-un locaș (al masivului de beton) care prezintă unul din următoarele trei tipuri de imperfecțiuni geometrice, inițiale, de contur: **a** — curbura funcției $y(x)$ este peste tot negativă (fig. 20 *a*); **b** — panta și curbura funcției $y(x)$ sînt egale cu zero pe anumită porțiune centrală finită, iar în rest curbura funcției respective $y(x)$ este peste tot negativă (fig. 20 *b*); **c** — curbura funcției $y(x)$ își schimbă semnul — de la plus la minus — în interiorul segmentului $2x_0$ al imperfecțiunii geometrice a formei conturului rigid al locașului dat (fig. 20 *c*). În toate aceste trei cazuri, pe baza studierii atente a săgeților finite w ale arcului pleoștit (fig. 21), se determină deplasarea w_{max} a polului arcului respectiv, în funcție de mărimea sarcinii P de compresiune inelară, analizele efectuîndu-se numai pentru formele de echilibru simetrice față de axa O_1y.

Pentru cazul **a** — (fig. 21), se obține:

$$kx^* = 4{,}493\ ;\ w_{max} = 31{,}386\, EI_i/PD_{mi}, \qquad (92)$$

---

* Valoarea P_0 calculată cu formulele (84) și (88), de fapt, reprezintă valoarea sarcinii critice P_{cr} pentru care, pentru prima oară, se manifestă fenomenul colapsului retractant. Așadar, $P_0 \to P_{cr}$, P_{cr} fiind echivalent cu P_{inf}.

* În situații determinate, contracția diametrală (elastică) a cintrelor se poate neglija.

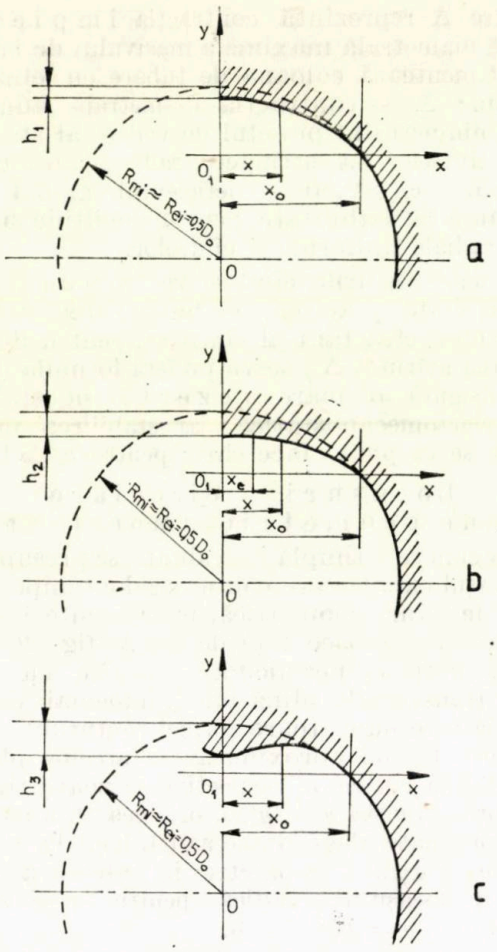


Fig. 20. Trei tipuri reprezentative de imperfecţiune geometrică pentru conturul transversal al locaşului masivului de beton care cimentează coloana tubulară cu cintre :

x şi y sînt coordonatele curente ale unui punct de pe conturul locaşului, în mm; x_0 — abscisă maximă a imperfecţiunii geometrice, în mm; x_e — abscisa maximă a porţiunii centrale plate a imperfecţiunii geometrice, în mm; $h_{1,2,3}$ — înălţimea maximă (centrală, în pol) a imperfecţiunii geometrice, în mm.

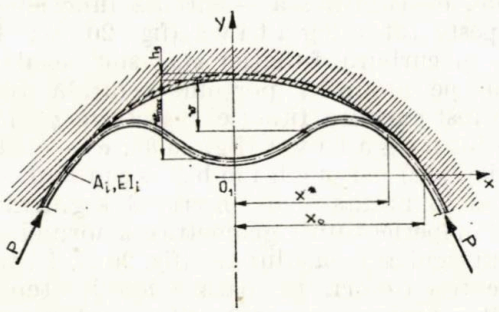
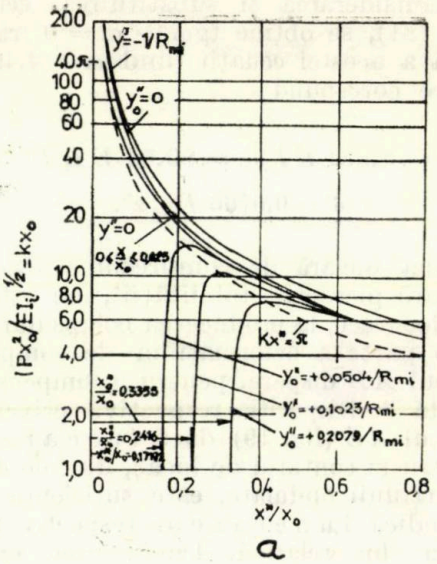


Fig. 21. Schema de calcul pentru cazul *a* în figura 20 :

w este deplasarea curentă a unui punct de pe conturul exterior, respectiv median, al cintrului, în mm; w_{max} — deplasarea maximă corespunzătoare polului arcului pleoştit, în mm; x^* — abscisa punctului în care porţiunea colapsată a cintrului se desprinde de conturul real al locaşului masivului din beton, în mm; $k = (P/EI_i)^{0,5}$ — parametrul sarcinii, în cm^{-1}.

dependenţa de x^* şi de w_{max} a parametrului k fiind dată în figurile 22 şi 23. În lucrarea [28] se consemnează că rezultatele coespunzătoare ultimelor figuri concordă bine cu cele obţinute de Loo şi colab*.

* Loo ş. a. — In: Proc. Fourth U.S. Nat. Congr. Appl. Mech. New York, ASME, 1962, p. 691—695.



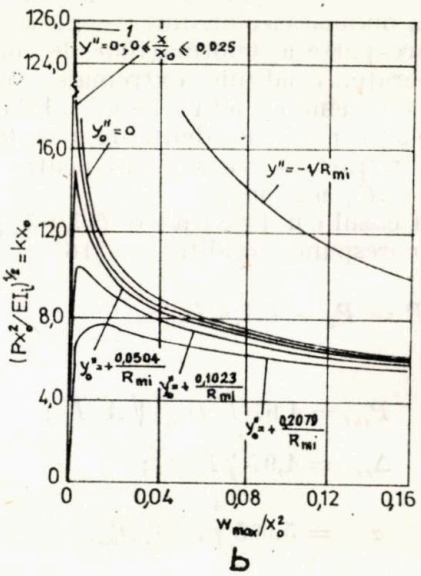


Fig. 22. Stările de echilibru în cazul diferitelor alternative ale imperfecţiunii geometrice iniţiale a conturului transversal al locaşului masivului din beton care cimentează coloanele tubulare cu cintre :

a — dependenţa sarcinii de compresiune mecanică inelară de mărimea x^*; *b* — dependenţa sarcinii de compresiune mecanică inelară de deplasarea polului imperfecţiunii date; *1* — punctul de bifurcare, pentru care $\sqrt{Px_0^2/EI_i} = 40\pi = 125{,}6637$.

Pentru cazul **b** — (fig. 20 *b*), se obţine :

$$w_{max} = (1/6)(x^* - x_e)^3(\cos kx_e - 1)(d^3y/dx^3)_{x=x_e},$$

iar pentru cazul **c** — (fig. 20 *c*), rezultă :

$$w_{max} = -0{,}5k^2 \int_0^{x^*} x^2(dy/dx)\,dx,$$

unde (dy/dx) are expresia dată în lucrarea [28] pentru $x \in [0, x_0]$.

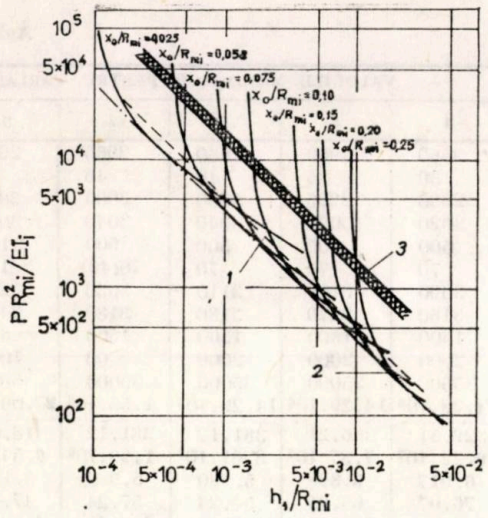


Fig. 23. Limita stabilității părții de cintru comprimate mecanic inelar în locașul cu contur transversal rigid, geometric imperfect, al masivului din beton care cimentează coloana tubulară cu diametru mare, respectiv dependența sarcinii de compresiune mecanică inelară de înălțimea (adîncimea) maximă a imperfecțiunii date :

1 — dreapta sarcinilor minimale limită în cazul $(d^2y_0/dx^2) = y_0'' > 0$; *2* — locul geometric al punctelor de bifurcare în cazul $y_0'' = y_0' = dy_0/dx = 0$; *3* — zona punctelor limită (după Loo).

În figura 23 se vede că fiecărei adîncimi date $h_1 \to 2h_1/D_{mi} = h_1/R_{mi}$, a imperfecțiunii geometrice inițiale îi corespunde o sarcină m i n i m ă $\to P_{min}D_{mi}^2/4EI_i \to P_{min}$ pentru care se produce colapsul retractant în condițiile unei valori singulare a dimensiunii $x_0 \to 2x_0/D_{mi} = x_0R_{mi}$. În sistemul coordonatelor logaritmice (*LOG-LOG*), toate valorile m i n i m e ale sarcinii inelare de compresiune mecanică P_{min} stau pe o singură dreaptă, care este înfășurătoarea familiei de curbe pentru punctele limită și care poate fi redată prin ecuația (pentru $P_{min} \to P_{inf}$):

$$P_{inf} = 7{,}65EI_i/h_1D_{mi}. \qquad (93)$$

Evident, această înfășurătoare a sarcinilor minime se poate utiliza pentru stabilirea c r i t e r i u l u i d e c o l a p s a r e r e t r a c t a n t ă în cazul cintrelor amplasate în masive din beton cu contururi transversale interioare geometric imperfecte, de tipul celui indicat în figura 20 *a*.

Cu linie punctată, în figura 23 se arată cum se modifică sarcinile critice minime, în funcție de adîncimea h_1, dacă forma primară (inițială) a imperfecțiunii geometrice date (fig. 20 *b*) este p l a t ă în tot intervalul $x \in [0, x_0]$. Evident, de această dată, $x_e/x_0 = 1$ și c r i t e r i u l b i f u r c ă r i i va fi :

$$(P_{min}x_0^2/EI_i)^{1/2} = \pi, \qquad (94)$$

pentru $(x_0/R_{mi})^2 = (2x_0/D_{mi})^2 = 4h_1(1 - 2h_1/D_{mi})/D_{mi} \approx 4h_1/D_{mi}$ rezultînd (întrucît $P_{min} \to P_{inf}$); $P_{inf} = 9{,}87EI_i/h_1D_{mi}$. (95)

De remarcat, dealtfel, că valorile sarcinilor critice pentru celelalte tipuri de imperfecțiuni geometrice (fig. 20 *b* și *c*) se situează — în figura 23 — deasupra dreptei redate prin ecuația (93).

Colapsul retractant n u v a s u r v e n i atunci cînd va fi îndeplinită condiția de stabilitate (15 b), care, pentru cazul de față, capătă următoarea formă particulară :

$$P \leqslant P_s = P_{inf}/c_{sP}, \qquad (96)$$

în care P reprezintă sarcina *maximă* efectivă de compresiune mecanică inelară, în N; P_s — sarcina a d m i s i b i l ă (m i n i m ă) din punctul de vedere al stabilității cintrelor la compresiune mecanică inelară, corespunzătoare strîngerii radiale uniforme, în N; $c_{sP} \geqslant 2{,}50$ — coeficientul global de siguranță la stabilitate pentru condițiile strîngerii radiale uniforme a cintrelor; P_{inf} — se determină cu formula (93).

VIII. Aplicații numerice

1. În alternativa solicitării la presiune exterioară uniformă unilaterală, să se efectueze verificarea la stabilitate elastomecanostatică pentru cele 18 variante de coloane de tubare cu diametru mare, rigidizate transversal cu cintre (fig. 1), ale căror dimensiuni principale sînt date în tabelul 3. Se menționează că toate coloanele în discuție sînt executate din oțeluri, pentru care $\mu = 0{,}3$ și $E = 2{,}06 \cdot 10^5$ N/mm².

R e z o l v a r e

Întrucît solicitarea este s i m p l ă la p r e s i u n e e x t e r i o a r ă u n i f o r m ă u n i l a t e r a l ă, condițiile de stabilitate corespunzătoare vor fi de tipul (15) și vor avea forma p a r t i c u l a r ă adecvată (42), studiile de stabilitate elastomecanostatică urmînd a fi efectuate — într-o primă abordare — conform preceptelor enunțate în paragrafele VI.5 (formulele 51...71) și VII (formulele 72...96).

Mai întîi, se determină mărimile θ (formula 52), $g(\theta)$ și k_r (formula 51) — dacă este cazul —, L_e (formula 61), I_x (formula 65), λ_c și k_r' (formula 60), $\bar{\Psi}$ și $\bar{\Delta}$ (formula 63). Apoi, se calculează presiunile critice minime $p_{sup\,min}^L$ (formulele 54...57) și $p_{inf\,min}^L$ (formula 58), corespunzătoare colapsului l o c a l, respectiv $p_{sup\,min}^G$ (formula 59, minimizată prin iterații succesive) și $p_{inf\,min}^G$ (formula 64), corespunzătoare colapsului g e n e r a l. În continuare, se evaluează presiunile critice minime $p_{sup\,min}$ (formulele 66... ...69) și $p_{inf\,min}$ (formulele 70...71), corespunzătoare instabilității î n m i c și, respectiv, î n m a r e a panourilor tubulare delimitate prin două cintre (cele mai distanțate, dacă nu sînt echidistante) consecutive.

Avîndu-se în vedere presiunea exterioară uniformă m a x i m ă (p, în N/mm² sau în bar),

MĂRIMEA (fig. 1)	Unitatea de măsură	VALORILE MĂRIMILOR PENTRU VARIANTA 1	2	3	4	5	6	7	8
D_i	mm	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960
s	mm	25	20	25	30	35	40	40	48
$D_m = D_i + s$	mm	2985	2980	2985	2990	2995	3000	3000	3008
$D_e = D_i + 2s$	mm	3010	3000	3010	3020	3030	3040	3040	3056
b	mm	150	250	350	500	500	500	500	140
$h(h_i)$	mm	50	70	70	70	70	70	70(40)	180
$D_{mi} = D_e + h$	mm	3060	3070	3080	3090	3100	3110	3030	3236
$D_{ei} = D_e + 2h$	mm	3110	3140	3150	3160	3170	3180	3180	3416
l	mm	850	1750	1650	1500	1500	1500	1500	860
$L_1 = l + b$	mm	1000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1000
A_i	mm^2	7500	17500	24500	35000	35000	35000	55000	5600
I_i	mm^4	$1,56.10^6$	$7,15.10^6$	$10,00.10^6$	$14,29.10^6$	$14,29.10^6$	$14,29.10^6$	$1,55.10^8$	$27,00.10^6$
L_e(formula 61)	mm	300,55	268,59	300,55	329,51	356,21	381,12	381,12	418,05
I_x(formula 65)	mm^4	$9,19.10^6$	$2,30.10^7$	$3,46.10^7$	$6,22.10^7$	$7,37.10^7$	$8,61.10^7$	$1,99.10^8$	$9,54.10^7$
θ(formula 52)	—	4,297	9,899	8,341	6,917	6,398	5,980	5,980	3,126
$0,7632D_m/s$	—	91,13	113,72	91,13	76,07	65,31	57,24	57,24	47,83
λ_r(formula 60)	—	4,6888	2,3405	2,3444	2,3483	2,3525	2,3562	2,3562	4,7250
k'_r(formula 60)	—	0,7391	0,6667	0,6274	0,5625	0,6000	0,6316	0,5217	0,8805
$p^L_{sup\ min}$ (formula 54)	N/mm^2	14,051	3,581	6,701	11,789	17,426	24,451	24,451	74,750
	bar	140,51	35,81	67,01	117,89	174,26	244,51	244,51	747,50
$p^L_{inf\ min}$ (formula 58)	N/mm^2	9,836	2,507	4,691	8,252	12,198	17,116	17,116	52,325
	bar	98,36	25,07	46,91	82,52	121,98	171,16	171,16	523,25
$p^G_{sup\ min}$ (formula 59)	N/mm^2	33,387	29,954	32,021	53,020	60,909	69,172	125,482	178,193
	bar	333,87	299,54	320,21	530,20	609,09	691,72	1254,82	1781,93
m_{cr}(formula 59)	—	6	5	5	4	4	4	4	4
$\overline{\Psi}$(formula 63)	—	6,42	15,07	12,09	12,58	9,39	7,35	16,98	9,42
$1/\overline{\Delta}$(formula 63)	—	20,13	504,97	322,10	222,93	163,24	124,56	124,56	5,38
$\overline{p}^G_{inf}$ (figura 14)	—	—	0,10	0,12	0,19	0,20	0,18	0,26	—
$p^G_{inf\ min}$ (formula 64)	N/mm^2	16,693	12,617	18,830	35,598	43,498	44,518	64,304	89,096
	bar	166,93	126,17	188,30	355,98	434,98	445,18	643,04	890,96
L_1/D_m	—	0,3350	0,6711	0,6700	0,6689	0,6678	0,6667	0,6667	0,3324
$1,1844\sqrt{D_m/s}$	—	12,94	14,46	12,94	11,82	10,96	10,26	10,26	9,38
$p_{sup\ min}$ (formula 67)	N/mm^2	10,246	2,940	5,123	8,061	11,821	16,465	16,465	51,738
	bar	102,46	29,40	51,23	80,61	118,21	164,65	164,65	517,38
$p_{inf\ min}$ (formula 70)	N/mm^2	8,608	2,549	4,500	7,150	10,566	14,811	14,811	45,298
	bar	86,08	25,49	45,00	71,50	105,66	148,11	148,11	452,98
p	N/mm^2	1,500	1,200	2,000	3,200	4,100	4,700	6,600	6,000
	bar	15,00	12,00	20,00	32,00	41,00	47,00	66,00	60,00
$c^L_{sup\ p} = \frac{p^L_{sup\ min}}{p}$	—	9,367	2,984*	3,351*	3,684*	4,250*	5,202	3,705*	12,458
$c^L_{inf\ p} = \frac{p^L_{inf\ min}}{p}$	—	6,557	2,089*	2,346*	2,579*	2,975*	3,642	2,593*	8,721
$c^G_{sup\ p} = \frac{p^G_{sup\ min}}{p}$	—	22,258	24,962	16,011	16,569	14,586	14,717	19,012	29,699
$c^G_{inf\ p} = \frac{p^G_{inf\ min}}{p}$	—	11,129	10,514	9,415	11,124	10,609	9,472	9,743	14,849
$c_{sup\ p} = \frac{p_{sup\ min}}{p}$	—	6,831	2,450*	2,562*	2,519*	2,883*	3,503*	2,495*	8,623
$c_{inf\ p} = \frac{p_{inf\ min}}{p}$	—	5,739	2,124*	2,250*	2,234*	2,577*	3,151*	2,244*	7,550
$min.c_{sup\ p}$ (normat)	—	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
$min.c_{inf\ p}$ (normat)	—	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Concluzii finale	—	*SLmM*	*ISLmM*	*ISLmM*	*ISLmM*	*ISLmM*	*SLmM*	*ISLmM*	*SLmM*
	—	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*
	—	*Sm*	*ISm*	*ISm*	*ISm*	*ISm*	*ISm*	*ISm*	*Sm*
	—	*SM*	*ISM*	*ISM*	*ISM*	*ISM*	*ISM*	*ISM*	*SM*

Tabelul 3

numerice

DE COLOANĂ TUBULARĂ CU CINTRE NR.										Observații
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2960	3980	3980	3980	3980	3980	4000	5160	5160	5160	Mărimile dimensionale, respectiv geometrice
40	20	25	30	30	35	30	20	30	30	
3000	4000	4005	4010	4010	4015	4030	5180	5190	5190	
3040	4020	4030	4040	4040	4050	4060	5200	5220	5220	
140	300	400	400	140	150	400	350	350	140	
180	80	100	100	180	200	100	90	100	180	
3220	4100	4130	4140	4220	4250	4160	5290	5320	5400	
3400	4180	4230	4240	4400	4450	4260	5380	5420	5580	
860	1700	1600	1600	860	850	1600	1650	1650	860	
1000	2000	2000	2000	1000	1000	2000	2000	2000	1000	
5600	24000	40000	40000	5600	6440	40000	31500	35000	5600	
$27,00.10^6$	$12,80.10^6$	$33,33.10^6$	$33,33.10^6$	$27,00.10^6$	$38,20.10^6$	$33,33.10^6$	$21,26.10^6$	$29,17.10^6$	$27,00.10^6$	
381,12	311,18	348,13	381,60	381,60	412,43	382,55	354,12	434,13	434,13	Colapsul local
$8,63.10^7$	$3,70.10^7$	$9,36.10^7$	$10,95.10^7$	$7,66.10^7$	$11,14.10^7$	$10,95.10^7$	$5,62.10^7$	$10,00.10^7$	$7,75.10^7$	
3,428	8,300	6,983	6,371	3,424	3,131	6,355	7,079	5,775	3,010	
57,24	152,64	122,26	102,01	102,01	87,55	102,52	197,67	132,03	132,03	
4,7124	3,1416	3,1455	3,1494	6,2989	6,3067	3,1652	4,0684	4,0762	8,1524	
0,8600	0,5862	0,5000	0,5455	0,8217	0,8221	0,5455	0,5116	0,5858	0,8217	
46,594	2,401	4,516	7,163	14,690	22,263	7,124	1,702	4,778	10,282	
465,94	24,01	45,16	71,63	146,90	222,64	71,24	17,02	47,78	102,82	
32,616	1,681	3,161	5,014	10,283	15,584	4,987	1,191	3,344	7,198	
326,16	16,81	31,61	50,14	102,83	155,84	49,87	11,91	33,44	71,98	
156,326	20,117	41,015	47,360	76,308	99,238	46,954	17,688	28,873	45,675	Colapsul general
1563,26	201,17	410,15	473,60	763,08	992,38	469,54	176,88	288,73	456,75	
4	5	5	5	5	4	5	6	6	5	
14,72	25,25	32,71	22,14	30,98	28,37	22,14	38,36	20,22	31,34	
7,79	280,27	178,92	123,94	7,75	5,68	122,72	167,12	73,99	4,62	
—	0,20	0,30	0,32	—	—	0,32	0,31	—	—	
78,163	10,434	19,490	24,854	38,154	49,619	24,486	7,447	14,436	22,837	
781,63	104,34	194,90	248,54	381,54	496,19	244,86	74,47	144,36	228,37	
0,3333	0,5000	0,4994	0,4988	0,2494	0,2491	0,4963	0,3861	0,3854	0,1927	Stabilitatea în mic (panou)
10,26	16,75	14,99	13,69	13,69	12,69	13,73	19,06	15,58	15,58	
32,930	1,891	3,296	5,190	10,380	15,232	5,152	1,283	3,525	7,050	
329,30	18,91	32,96	51,90	103,80	152,32	51,52	12,83	35,25	70,50	
28,528	1,575	2,790	4,447	8,450	12,552	4,411	1,025	2,911	5,482	Stabilitatea în mare (panou)
285,28	15,75	27,90	44,47	84,50	125,52	44,11	10,25	29,11	54,82	
4,000	0,800	2,000	2,500	2,000	2,500	2,500	0,500	1,000	1,000	Presiunea exterioară maximă
40,00	8,00	20,00	25,00	20,00	25,00	25,00	5,00	10,00	10,00	
11,649	3,001*	2,258*	5,876	11,132	8,905	2,850*	3,404*	4,778*	10,282	Coeficienții globali de siguranță din punctul de vedere al stabilității
8,154	2,101*	1,581*	4,113	7,792	6,234	1,995*	2,382*	3,344*	7,198	
39,082	25,146	20,508	30,523	49,619	39,695	18,782	35,376	28,873	45,675	
19,541	13,043	9,745	15,262	24,810	19,848	9,794	14,894	14,436	22,837	
8,233	2,364*	1,648*	4,152*	7,616	6,093	2,061*	2,566*	3,525*	7,050	
7,132	1,969*	1,395*	1,779*	4,225	5,021	1,764*	2,050*	2,911*	5,482	
5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	
SLmM	*ISLmM*	*ISLmM*	*SLmM*	*SLmM*	*SLmM*	*ISLmM*	*ISLmM*	*ISLmM*	*SLmM*	Privesc stabilitatea coloanelor cu cintre
SGmM	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	*SGmM*	
Sm	*ISm*	*ISm*	*ISm*	*Sm*	*Sm*	*ISm*	*ISm*	*ISm*	*ISm*	
SM	*ISM*	*ISM*	*ISM*	*SM*	*SM*	*ISM*	*ISM*	*ISM*	*ISM*	

(continuare)

MĂRIMEA (fig 1)	Unitatea de măsură	VALORILE MĂRIMILOR PENTRU VARIANTA 1	2	3	4	5	6	7	8
$2{,}1920\sqrt{D_m s}$	mm	598,80	535,14	598,80	656,50	709,70	759,33	759,33	832,91
$l'_s = l_s = 8s$(fig. 1 *b*)	mm	200	160	200	240	280	320	320	384
$min.I_t$ (formula 78)	mm⁴	$1{,}41.10^4$	$6{,}54.10^3$	$1{,}91.10^4$	$4{,}85.10^4$	$9{,}17.10^4$	$1{,}47.10^5$	$1{,}91.10^5$	$3{,}31.10^5$
$min.I_t$ (formula 76)	mm⁴	$1{,}05.10^7$	$7{,}56.10^6$	$1{,}43.10^7$	$2{,}52.10^7$	$3{,}53.10^7$	$4{,}37.10^7$	$5{,}68.10^7$	$6{,}90.10^7$
$max.L_1$(formula 79)	mm	1366	980	1025	1008	1153	1401	998	1724
Δ_{cr} (formula 85)	mm	71,678	100,459	100,409	100,424	100,424	100,424	263,840	345,099
$\Delta_s = max.\Delta$ (formula 91)	mm	28,671	40,184	40,164	40,170	40,170	40,170	145,536	138,040
$\frac{max.\Delta}{D_{mi}} \cdot 100$	%	0,94	1,31	1,30	1,30	1,30	1,29	3,48	4,27
σ	N/mm²	—	—	—	—	—	—	64,096	—
σ_{sup} (formula 43)	N/mm²	2088	1673	2088	2502	2914	3325	3325	3979
σ_{inf} (formula 43)	N/mm²	621	498	621	744	867	989	989	1183
$c_{sup\,\sigma} = \frac{\sigma_{sup}}{\sigma}$	—	—	—	—	—	—	—	51,875	—
$c_{inf\,\sigma} = \frac{\sigma_{inf}}{\sigma}$	—	—	—	—	—	—	—	15,430	—
$min\,.\,c_{sup\,\sigma}$ (normat)	—	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
$min\,.\,c_{inf\,\sigma}$ (normat)	—	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
σ'_s (formula 18)	N/mm²	417,6	334,6	417,6	500,4	582,8	665,0	665,0	795,8
p'_s (formula 18)	N/mm²	2,049	0,588	1,025	1,612	2,364	3,293	3,293	10,348
CONDIŢIA DE STABILITATE ÎN MIC (FORMULA 18)	—	—	—	—	—	—	—	2,1006*	—
σ''_s (formula 25)	N/mm²	414,0	332,0	414,0	496,0	578,0	659,3	659,3	788,7
p''_s (formula 25)	N/mm²	2,459	0,728	1,286	2,043	3,019	4,232	4,232	12,942
CONDIŢIA DE STABILITATE ÎN MARE (FORMULA 25)	—	—	—	—	—	—	—	1,6568*	—
Concluzii finale								*ISmM*	

★ Condiţiile de stabilitate corespunzătoare nu sînt îndeplinite.

Notaţii: *SLmM* — stabilitatea elastomecanostatică locală este asigurată complet (în mic şi în mare); *ISLmM* — instabilitatea elastomecanostatică locală este completă (în mic şi în mare); *SGmM* — stabilitatea elastomecanostatică generală este asigurată complet (în mic şi în mare); *Sm* — stabilitatea elastomecanostatică în mic este asigurată; *SM* — stabilitatea elastomecanostatică în mare este asigurată; *ISm* — stabilitatea elastomecanostatică în mic nu este asigurată; *ISM* — stabilitatea elastomecanostatică în mare nu este asigurată; notaţiile *Sm*, *SM*, *ISm*, *ISM* şi *ISmM* privesc stabilitatea elastomecanostatică (în mic sau în mare) a panourilor tubulare delimitate prin două cintre consecutive.

impusă sau calculată în concordanţă cu condiţiile specifice hidrostatice sau litostatice, se determină coeficienţii globali de siguranţă, din punctul de vedere al stabilităţii elastomecanostatice, cu următoarea formulă generală evidentă :

$$c_{sp} = p_{cr}/p \qquad (97)$$

şi se compară valorile acestora cu valorile normate concordante ($c_{sup\,p}$ sau $c_{inf\,p}$), minime, formulîndu-se concluziile — care se impun — referitoare la condiţiile de stabilitate.

Pentru aceleaşi condiţii date, se trece la studierea stabilităţii elastomecanostatice a cintrelor, determinîndu-se sau verificîndu-se momentul de inerţie I_t (formulele 76...78), sarcina unitară admisibilă q_s (formulele 72...75) — dacă este cazul, distanţa maximă, admisibilă, L_1, dintre două cintre consecutive (formula 79), contracţia împiedicată diametrală maximă $\Delta \leqslant \Delta_s$ (formulele 85, 89 şi 91) etc.

Din motive de comoditate şi confruntare, rezultatele numerice ale analizelor efectuate sînt centralizate în tabelul 3, rezultînd, în principal, următoarele :

a — toate variantele prezintă o excelentă stabilitate generală, de departe fiind exclus pericolul colapsului general;

b — variantele nr. 1, 8, 9, 13, 14 şi 18 sînt absolut stabile, variantele nr. 8 şi 9 fiind, chiar, sensibil supradimensionate;

c — prezintă atît riscul colapsului local, cît şi riscul instabilităţii în mic şi în mare a panourilor

tabelul 3)

DE COLOANĂ TUBULARĂ CU CINTRE NR.										Observaţii
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
759,33	619,99	693,60	760,28	760,28	871,71	762,17	705,54	864,94	864,94	Momentul de inerţie minim necesar al secţiunii transversale a cintrelor
320	160	200	240	240	280	240	160	240	240	
$1,39.10^5$	$6,70.10^3$	$2,98.10^4$	$5,89.10^4$	$4,99.10^4$	$9,33.10^4$	$5,93.10^4$	$6,12.10^3$	$3,41.10^4$	$3,56.10^4$	
$4,13.10^7$	$1,39.10^7$	$3,98.10^7$	$5,49.10^7$	$4,65.10^7$	$6,42.10^7$	$5,59.10^7$	$2,13.10^7$	$5,30.10^7$	$5,55.10^7$	
1646	945	659	830	1038	1218	824	1026	1410	1410	Dinstanţa maximă dintre cintre
345,099	114,777	143,464	143,464	345,099	382,776	143,464	129,117	143,480	345,099	Contracţia diametrală a cintrelor
138,040	45,911	57,386	57,386	138,040	153,110	57,386	51,647	57,392	138,040	
4,29	1,12	1,39	1,39	3,27	3,60	1,38	0,98	1,08	2,56	
—	—	—	59,940	—	—	—	—	29,572	—	Stabilitatea coloanelor la compresiune longitudinală uniformă
3325	1247	1556	1865	1865	2174	1856	963	1441	1441	
989	371	463	555	555	646	552	286	429	429	
—	—	—	31,114	—	—	—	—	48,729	—	
—	—	—	9,259	—	—	—	—	14,507	—	
5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
665,0	249,4	311,2	373,0	373,0	434,8	371,2	192,6	288,2	288,2	Stabilitatea la solicitarea combinată de compresiune longitudinală uniformă şi presiune exterioară uniformă unilaterală
6,586	0,378	0,659	1,038	2,076	3,046	1,030	0,257	0,705	1,410	
—	—	—	2,5692*	—	—	—	—	1,5210*	—	
659,3	247,3	308,7	370,0	370,0	430,7	368,0	190,7	286,0	286,0	
8,151	0,450	0,797	1,271	2,414	3,586	1,260	0,293	0,832	1,566	
—	—	—	2,1290*	—	—	—	—	1,3053*	—	
			ISmM					*ISmM*		Privesc stabilitatea coloanelor (cu cintre)

tubulare, variantele nr. 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 15, 16 şi 17;

d — prezintă numai riscul instabilităţii panourilor tubulare, în mic şi în mare, variantele nr. 6 şi 12;

e — momentul de inerţie minim necesar I_i al secţiunii transversale a cintrelor, determinat cu formula (78), este — în toate cazurile studiate — cu mult mai mic decît cel (I_i) corespunzător cintrelor date şi prevăzute ca atare;

f — acelaşi moment de inerţie I_i, calculat cu formula (76), este — cu excepţia variantei nr. 7 — mai mare sau sensibil mai mare decît cel (I_i) corespunzător cintrelor practicate şi este — cu excepţia numai a variantei nr. 1 — mai mic decît momentul de inerţie I_x, determinat cu formula (65);

g — distanţa maximă L_1 (formula 79), pentru care s-ar putea asigura îndeplinirea condiţiei de stabilitate (42), corespunzătoare panourilor tubulare delimitate prin două dintre cintrele consecutive echidistante, este peste cea dată pentru variantele nr. 1, 8, 9, 13, 14 şi 18, ceea ce constituie un avantaj important (v. pct. b) şi este cu mult sub cea dată pentru celelalte variante, ceea ce constituie un dezavantaj grav (v. pct. c şi d);

h) contracţia diametrală admisibilă (minimă) Δ_s, raportată la diametrul mediu D_{mi} al cintrelor, prezintă mari dispersii în intervalul [0,94; 4,29]% pentru variantele sigure şi în intervalul [0,98; 3,48]% pentru variantele nesigure; pentru toate variantele studiate, a rezultat $\Delta_s = \max . \Delta \in [28,671; 153,110]$ mm.

Pentru a elimina efectele evidenţiate la pct. c, d, f şi g, se impune ca, în primul rînd, distanţa dintre cintre să fie reconsiderată (micşorîndu-se, pentru variantele nesigure), iar solidarizarea cintrelor cu tubulatura să fie îndelungat certă şi, deci, nicicum să nu cedeze local. Cedarea sudurilor de haftuire a cintrelor pe o lungime însumată consecutiv $\Sigma l_s \to 0,25 \pi D_s = 0,63 D_s$ (fig. 1 *b*) atrage după sine înlocuirea formulei (78) cu formula dezavantajoasă (76).

Cu scop de orientare și informare, într-o a doua abordare și numai pentru variantele nr. 7, 12 și 17, avîndu-se în vedere solicitarea la compresiune longitudinală uniformă datorită sarcinilor masice proprii (generatoare de eforturi unitare σ), studiile de stabilitate elastomecanostatică s-au efectuat conform preceptelor sintetizate în paragraful VI.1, condițiile de stabilitate corespunzătoare fiind tot de tipul (15), însă în forma particulară adecvată (39) și (42).

În acest nou context, s-au calculat eforturile unitare $\sigma = 4G/\pi(D_e^2 - D_i^2)$, G fiind greutatea, în N, a coloanei de tubare considerate, cu formula (43) s-au determinat eforturile unitare critice superioare σ_{sup} și inferioare σ_{inf}, s-au evaluat coeficienții globali de siguranță, din punctul de vedere al stabilității elastomecanostatice, cu următoarea formulă generală evidentă:

$$c_{s\,\sigma} = \sigma_{cr}/\sigma \qquad (98)$$

și s-au comparat valorile acestora, extrem de ridicate (cînd $p \to 0$) — conform tabelului 3 —, cu valorile normate concordante ($c_{sup\,\sigma}$ sau $c_{inf\,\sigma}$), minime. A rezultat, astfel, că, pentru solicitarea singulară la compresiune longitudinală uniformă a variantelor nominalizate, condițiile de stabilitate elastomecanostatică sînt îndeplinite cu multă prisosință.

Tot cu scop de orientare și informare și tot pentru variantele nr. 7, 12 și 17, într-o a treia abordare, considerîndu-se solicitarea concomitentă la compresiune longitudinală uniformă și presiune exterioară uniformă, stabilitatea elastomecanică s-a studiat în conformitate cu cele expuse în paragraful IV, condițiile de stabilitate avînd forma (18) și, respectiv, (25). Ca atare, s-au determinat mărimile admisibile p'_s și p''_s, respectiv σ'_s și σ''_s, corespunzătoare stabilității în mic sau în mare a panourilor tubulare delimitate prin cintre consecutive echidistante și s-au efectuat evaluările numerice în conformitate cu condițiile de stabilitate precizate, rezultatele obținute fiind centralizate tot în tabelul 3. Așadar, panourile tubulare ale variantelor nr. 7, 12 și 17 nu sînt sigure, ele prezentînd riscurile instabilității atît în mic cît și în mare. Evident, date fiind rezultatele anterioare (tab. 3), această ultimă constatare se extinde, calitativ, și pentru variantele nr. 2, 3, 4, 5, 10, 11, 15 și 16.

2. Pentru variantele de coloane tubulare cu cintre care au făcut obiectul aplicației precedente, să se determine valoarea admisibilă a presiunii exterioare maxine $p_{a\,max}$, N/mm² și în bar.

Rezolvare

În baza condițiilor de stabilitate elastomecanostatică cunoscute (15 *b*) și, respectiv și corespunzător, (39) sau (42), rezultă:

a — pentru evitarea colapsului local:

$$p^L_{a\,max} = min.\left(\frac{p^L_{sup\,min}}{c^L_{sup\,p}},\ \frac{p^L_{inf\,min}}{c^L_{inf\,p}}\right); \qquad (99)$$

b — pentru evitarea colapsului general:

$$p^G_{a\,max} = min.\left(\frac{p^G_{sup\,min}}{c^G_{sup\,p}},\ \frac{p^G_{inf\,min}}{c^G_{inf\,p}}\right); \qquad (100)$$

Presiunea exterioară

Varianta de coloană tubulară nr.	c_{sp}		$p^L_{sup\,min}$		$p^L_{inf\,min}$		$p^G_{sup\,min}$		$p^G_{inf\,min}$		Presi- $p_{sup\,min}$	
	$c_{sup\,p}$	$c_{inf\,p}$	N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar
1	5,0	3,5	14,051	140,51	9,836	98,36	33,387	333,87	16,693	166,93	10,246	102,46
2	5,0	3,5	3,581	35,81	2,507	25,07	29,954	299,54	12,617	126,17	2,940	29,40
3	5,0	3,5	6,701	67,01	4,694	46,91	32,021	320,21	18,830	188,30	5,123	51,23
4	5,0	3,5	11,789	117,89	8,252	82,52	53,020	530,20	35,598	355,98	8,061	80,61
5	5,0	3,5	17,426	174,26	12,198	121,98	60,909	609,09	43,498	434,98	11,821	118,21
6	5,0	3,5	24,451	244,51	17,116	171,16	69,172	691,72	44,518	445,18	16,465	164,65
7	5,0	3,5	24,451	244,51	17,116	171,16	125,482	1254,82	64,304	643,04	16,465	164,65
8	5,0	3,5	74,750	747,50	52,325	523,25	178,193	1781,93	89,096	890,96	51,738	517,38
9	5,0	3,5	46,594	465,94	32,616	326,16	156,326	1563,26	78,163	781,63	32,930	329,30
10	5,0	3,5	2,401	24,01	1,681	16,81	20,117	201,17	10,434	104,34	1,891	18,91
11	5,0	3,5	4,516	45,16	3,161	31,61	41,015	410,15	19,490	194,90	3,296	32,96
12	5,0	3,5	7,163	71,63	5,014	50,14	47,360	473,60	24,854	248,54	5,190	51,90
13	5,0	3,5	14,690	146,90	10,283	102,83	76,308	763,08	38,154	381,54	10,380	103,80
14	5,0	3,5	22,263	222,63	15,584	155,84	99,238	992,38	49,619	496,19	15,232	152,32
15	5,0	3,5	7,124	71,24	4,987	49,87	46,954	469,54	24,486	244,86	5,152	51,52
16	5,0	3,5	1,702	17,02	1,191	11,91	17,688	176,88	7,447	74,47	1,283	12,83
17	5,0	3,5	4,778	47,78	3,344	33,44	28,873	288,73	14,436	144,36	3,525	35,25
18	5,0	3,5	10,282	102,82	7,198	71,98	45,675	456,75	22,837	228,37	7,050	70,50

Notă. Datele tabelului corespund situațiilor cînd $c^L_{sup\,p} = c^G_{sup\,p} = c_{sup\,p} = 5{,}00$ și $c^L_{inf\,p} = c^G_{inf\,p} = c_{inf\,p} = 3{,}50$.

c — pentru evitarea instabilității (colapsului în mic și în mare al) panourilor (exponent P) tubulare:

$$p^{P}_{a\,max} = min.\left(\frac{p_{sup\,min}}{c_{sup\,p}}, \frac{p_{inf\,min}}{c_{inf\,p}}\right), \quad (101)$$

valoarea admisibilă a presiunii exterioare maxime, stabilită conform expresiei evidente:

$$p_{a\,max} = min.(p^{L}_{a\,max}, p^{G}_{a\,max}, p^{P}_{a\,max}), \quad (102)$$

fiind dată în tabelul 4. De remarcat că:

- valoarea admisibilă $p_{a\,max}$ a presiunii exterioare maxime este impusă, pentru toate cele 18 variante de coloane tubulare cu cintre, de necesitatea asigurării stabilității panourilor dintre cintrele consecutive echidistante;
- se reconfirmă, cum este și firesc, instabilitatea — pentru presiunea $p \to p_{max}$ dată a — variantelor nr. 2...7, 10...12 și 15...17.

3. Notîndu-se cu H, în m, adîncimea de tubare curentă și admițîndu-se că presiunea exterioară, maximă, de asemenea curentă, este $p_{max} = 0{,}1222\ H$, în bar, să se determine distanța variabilă dintre cintre pentru varianta de coloană nr. 1 (tab. 3) în intervalul $H \in [100, 300]$ m.

Rezolvare

Pentru $p \to p_{max} = 0{,}1222\ H$, în bar, H exprimat în m și $E = 2{,}06 \cdot 10^6$ daN/cm², formula restrictivă (79) capătă forma:

$$L_1 \leqslant 8{,}75 \cdot 10^6 (s^{5/2}/D_m^{3/2}) H^{-1}, \quad (103)$$

pentru $s = 25$ mm și $D_m = 2985$ mm obținîndu-se:

$$L_1 \leqslant 1{,}6768 . 10^5\ H^{-1}. \quad (104)$$

Rezultatele calculelor, efectuate cu această din urmă formulă, sînt date în tabelul 5, în cazul $L_1 \to max.L_1$, pe baza rezultatelor respective construindu-se nomograma din figura 24.

În condițiile coloanei de tubare din aplicația prezentă, presiunea exterioară $p \to p_{max}$ se poate uniformiza în limitele unor tronsoane determinate, ținîndu-se seama de lungimea pașilor, care este de 12 m.

4. Pentru o coloană de tubare cu diametru mare, executată din oțel și rigidizată transversal cu cintre, se cunosc următoarele date: $D_i = 4\,000$ mm; $H_{max} = 500$ m — adîncimea de tubare maximă; $p_{max} = 75$ bar — presiunea exterioară de calcul maximă; $s = 25$; 28; 30; 32; 35; 38 și 40 mm, deci $s \in [25, 40]$ mm. Să se determine distanța maximă $L_1 \geqslant 500$ mm, variabilă, dintre cintre, delimitîndu-se, astfel, intervalele grosimilor de perete s.

Rezolvare

Se admite că, cu adîncimea curentă de tubare H, în m, presiunea corespunzătoare de calcul p, în bar, variază liniar, rezultînd următoarea expresie generală:

$$p[\text{bar}] = 0{,}15H[m], \quad (105)$$

pentru care restricția (103) se metamorfozează astfel:

$$L_1 \leqslant 7{,}13 \cdot 10^6 (s^{5/2}/D_m^{3/2}) H^{-1}. \quad (106)$$

Rezultatele numerice maximale ($L_1 \to max.L_1$), obținute cu formula (106) în condițiile aplicației prezente, sînt centralizate în tabelul 6 și corelate grafic în nomograma din figura 25.

5. Pentru coloana de tubare cu diametru mare din aplicația precedentă se mai cunosc,

Tabelul 4

maximă admisibilă

unea												
$p_{inf\,min}$		$p^{L}_{a\,max}$		$p^{G}_{a\,max}$		$p^{P}_{a\,max}$		$p_{a\,max}$		p		Obs.
N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar	N/mm²	bar	
8,608	86,08	2,810	28,10	4,769	47,69	2,049	20,49	2,049	20,49	1,500	15,00	>(DA)
2,549	25,49	0,716	7,16	3,605	36,05	0,588	5,88	0,588	5,88	1,200	12,00	<(NU)
4,500	45,00	1,340	13,40	5,380	53,80	1,025	10,25	1,025	10,25	2,000	20,00	<(NU)
7,150	71,50	2,358	23,58	10,171	101,71	1,612	16,12	1,612	16,12	3,200	32,00	<(NU)
10,566	105,66	3,485	34,85	12,182	121,82	2,364	23,64	2,364	23,64	4,100	41,00	<(NU)
14,811	148,11	4,890	48,90	12,719	127,19	3,293	32,93	3,293	32,93	4,700	47,00	<(NU)
14,811	148,11	4,890	48,90	18,373	183,73	3,293	32,93	3,293	32,93	6,600	66,00	<(NU)
45,298	452,98	14,950	149,50	25,456	254,56	10,348	103,48	10,348	103,48	6,000	60,00	>(DA)
28,528	285,28	9,319	93,19	22,332	223,32	6,586	65,86	6,586	65,86	4,000	40,00	>(DA)
1,575	15,75	0,480	4,80	2,981	29,81	0,378	3,78	0,378	3,78	0,800	8,00	<(NU)
2,790	27,90	0,903	9,03	5,569	55,69	0,659	6,59	0,659	6,59	2,000	20,00	<(NU)
4,447	44,47	1,433	14,33	7,101	71,01	1,038	10,38	1,038	10,38	2,500	25,00	<(NU)
8,450	84,50	2,938	29,38	10,901	109,01	2,076	20,76	2,076	20,76	2,000	20,00	>(DA)
12,552	125,52	4,453	44,53	14,177	141,77	3,046	30,46	3,046	30,46	2,500	25,00	>(DA)
4,411	44,11	1,425	14,25	6,996	69,96	1,030	10,30	1,030	10,30	2,500	25,00	<(NU)
1,025	10,25	0,340	3,40	2,128	21,28	0,257	2,57	0,257	0,257	0,500	5,00	<(NU)
2,911	29,11	0,955	9,55	4,125	41,25	0,705	7,05	0,705	7,05	1,000	10,00	<(NU)
5,482	54,82	2,056	20,56	6,525	65,25	1,410	14,10	1,410	14,10	1,000	10,00	>(DA)

Tabelul 5

Distanţa variabilă dintre cintre

H, m	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	$H \in [100, 300]$ m
p_{max}, bar	12,22	13,44	14,66	15,89	17,11	18,33	19,55	20,77	22,00	23,22	24,44	25,66	26,88	28,11	29,33	30,55	31,77	32,99	34,22	35,44	36,66	$p_{max} = 0{,}1222\ H$
$max \cdot L_1$, m	1677	1524	1397	1290	1198	1118	1048	986	932	883	838	798	762	729	699	671	645	621	599	578	559	$L_1 = 1{,}6768 \cdot 10^5 H^{-1}$

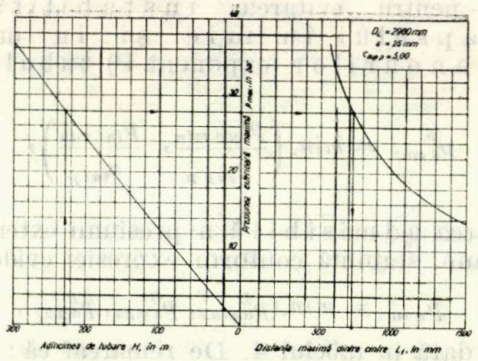


Fig. 24. Exemplificarea unei nomograme privind determinarea distanţei variabile dintre cintre.

Tabelul 6

Distanţa dintre cintre şi tronsonarea pe grosimi de perete

H, m	p, bar \ D_m, mm / s, mm	4025	4028	4030	4032	4035	4038	4040
		25	28	30	32	35	38	40
50	7,5	1745	2314	2747	3226	4032	4946	5619
100	15,0	872	1157	1373	1613	2016	2473	2809
150	22,5	581	771	915	1075	1344	1648	1873
200	30,0	—	578	686	806	1000	1236	1404
250	37,5	—	—	549	645	806	986	1123
300	45,0	—	—	—	537	672	824	936
350	52,5	—	—	—	—	576	704	802
400	60,0	—	—	—	—	504	618	702
450	67,5	—	—	—	—	—	549	624
500	75,0	—	—	—	—	—	—	561

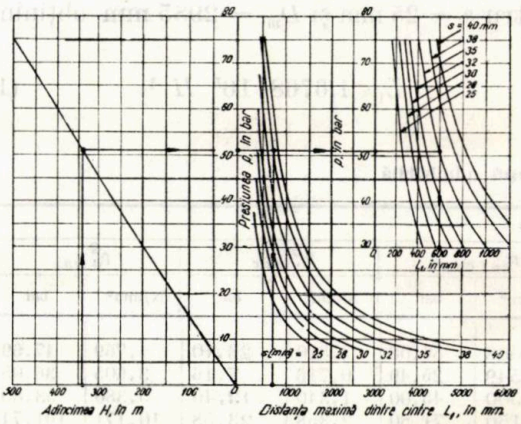


Fig. 25. Exemplificarea unei nomograme privind determinarea distanţei dintre cintre şi tronsonarea pe grosimi de perete.

în plus, următoarele date: $\varphi = 0{,}95$ — coeficientul de rezistenţă al sudurilor; $\sigma_{0,2\,min} = 304$ N/mm² — limita tehnică de curgere a materialului de bază (oţel) al tubulaturii; $c_c = 1{,}50$ — coeficientul de siguranţă faţă de limita tehnică de curgere; $\sigma_{as} = \varphi\sigma_a = \varphi(\sigma_{0,2\,min}/c_c) = 192{,}53$ N/mm² — rezistenţa admisibilă corespunzătoare sudurilor (materialului de adaos sau materialului depus) pentru solicitarea statică la

întindere (tracțiune), σ_a fiind rezistența admisibilă corespunzătoare materialului de bază pentru aceeași solicitare; $\sigma_{ac} = 1{,}30\ \sigma_a = 1{,}30(\sigma_{as}/\varphi) = 263{,}47\text{N/mm}^2 = 2634{,}70$ daN/cm² — rezistența admisibilă corespunzătoare solicitării statice la compresiune (cînd $\varphi = 1{,}00$). În scopuri de orientare și informare, coloana respectivă să se dimensioneze și tronsoneze, în mod corespunzător, pe considerente de rezistență mecanică la presiune exterioară, stabilitate elastomecanostatică la presiune exterioară și rezistență mecanică la solicitarea de întindere (tracțiune) sub acțiunea sarcinilor masice proprii.

Rezolvare

Conform cu [2], dimensionarea pe considerente de rezistență mecanică (*RM*) la solicitarea de presiune exterioară (p) se face cu următoarea formulă;

$$S_{RMp} \geq 0{,}15\, HD_i/(2\sigma_{ac} - 0{,}15\, H), \quad (107)$$

în care $H \rightarrow m$, $D_i \rightarrow$ mm, $\sigma_{ac} \rightarrow$ daN/cm² și s se obține în mm, rezultatele numerice minimale corespunzătoare fiind date în tabelul 7.

Admițînd că este îndeplinită condiția $L_1/D_m \leq 1{,}1844\sqrt{D_m/s}$ și formulînd condiția de stabilitate corespunzătoare (39) pentru $c_{sup\,p} = 5{,}00$ și $p_{sup\,min}$ determinat cu formula (67), pentru dimensionarea pe considerente de stabilitate elastomecanostatică (*SEMS*) la solicitarea de presiune exterioară (p) se obține formula:

$$S_{SEMSp} \geq 1{,}8146 \cdot 10^{-3}\, D_m^{0,6} L_1^{0,4} H^{0,4}, \quad (108)$$

în care $D_m \rightarrow$ mm, $L_1 \rightarrow$ mm și $H \rightarrow$ m.

Pentru $L_1 = 1\,000$ mm sau $L_1 = 2\,000$ mm și $D_m \rightarrow D_i$, rezultatele numerice minimale, corespunzătoare formulei (108), sînt date în tabelul 8.

Notînd cu G greutatea, în N, a unui anumit tronson de coloană tubulară și cu G_t greutatea totală, în N, ce revine unei anumite secțiuni transversale a coloanei de tubare, în baza următoarei condiții de rezistență evidente:

$$G_t \leq \pi D_m s \varphi \sigma_a, \quad (109)$$

dimensionarea pe considerente de rezistență mecanică (*RM*) la solicitarea de întindere (tracțiune) datorită acțiunii sarcinilor masice proprii (G) se face cu următoarea formulă:

$$S_{RMG} \geq -0{,}5\, D_i + \sqrt{0{,}25\, D_i^2 + G_t/\pi\varphi\sigma_a}, \quad (110)$$

rezultatele numerice corespunzătoare fiind date în tabelul 9.

Tabelul 7

Dimensionarea pe considerente de rezistență mecanică la solicitarea de presiune exterioară

H, m	s_{RMp}, mm	H, m	s_{RMp}, mm	H, m	s_{RMp}, mm	H, m	s_{RMp}, mm
500	57,75	370	42,58	240	27,52	110	12,56
490	56,58	360	41,42	230	26,36	100	11,42
480	55,41	350	40,25	220	25,21	90	10,27
470	54,24	340	39,09	210	24,06	80	9,13
460	53,07	330	37,93	200	22,90	70	7,99
450	51,90	320	36,77	190	21,75	60	6,94
440	50,74	310	35,61	180	20,60	50	5,70
430	49,57	300	34,45	170	20,00	40	4,56
420	48,40	290	33,30	160	18,30	30	3,42
410	47,24	280	32,14	150	17,15	20	2,28
400	46,07	270	31,10	140	16,00	10	1,14
390	44,91	260	29,83	130	14,86	0	0,00
380	43,74	250	28,67	120	13,71	—	—

Tabelul 8

Dimensionarea pe considerente de stabilitate elastomecanostatică la solicitarea de presiune exterioară

H, m	s_{SEMSp}, mm	H, m	s_{SEMSp}, mm	H, m	s_{SEMSp}, mm	H, m	s_{SEMSp}, mm
500	50,07/66,07	370	44,39/58,57	240	37,33/49,26	110	27,33/36,06
490	46,67/65,54	360	43,91/57,94	230	36,70/48,43	100	26,30/34,71
480	49,26/65,00	350	43,42/57,29	220	36,06/47,58	90	25,22/33,28
470	48,85/64,46	340	42,91/56,63	210	35,39/46,70	80	24,06/31,74
460	48,43/63,90	330	42,41/55,95	200	34,71/45,80	70	22,81/30,09
450	48,01/63,35	320	41,89/55,27	190	34,00/44,87	60	21,44/28,29
440	47,58/62,78	310	41,36/54,57	180	33,28/43,91	50	19,93/26,30
430	47,14/62,20	300	40,82/53,86	170	32,52/42,91	40	18,23/24,06
420	46,70/61,62	290	40,27/53,14	160	31,74/41,89	30	16,25/21,44
410	46,25/61,03	280	39,71/52,40	150	30,94/40,82	20	13,82/18,23
400	45,80/60,43	270	39,13/51,64	140	30,09/39,71	10	10,47/13,82
390	45,34/59,82	260	38,55/50,86	130	29,21/38,55	0	0,00/0,00
380	44,87/59,20	250	37,95/50,07	120	28,29/37,33	—	—

Notă. Valorile s_{SEMSp} indicate la numărător corespund pentru $L_1 = 1000$ mm, iar cele de la numitor revin la $L_1 = 2000$ mm.

Tabelul 9

Dimensionarea pe considerente de rezistență mecanică la solicitarea de întindere (tracțiune) datorită acțiunii sarcinilor masice proprii

Intervalul de adîncime, m	s_{normat}, mm	G, N	G_t, N	s_{RMG}, mm
	$s_{normat} \leftarrow s_{RMp}$			
500...476	60	$1,4410.10^6$	$1,8733.10^6$	0,77
476...440	55	$1,9789.10^6$	$4,4459.10^6$	1,84
440...380	50	$2,9946.10^6$	$8,3389.10^6$	3,44
380...332	45	$2,1534.10^6$	$11,1384.10^6$	4,60
332...296	40	$1,4339.10^6$	$13,0024.10^6$	5,37
296...260	35	$1,2531.10^6$	$14,6314.10^6$	6,04
260...212	30	$1,4303.10^6$	$16,4910.10^6$	6,80
212...164	25	$1,1904.10^6$	$18,0386.10^6$	7,44
164... 0	20	$3,2498.10^6$	$22,2633.10^6$	9,18
	$s_{normat} \leftarrow s_{SEMSp}$, pentru $L_1 = 1000$			
500...488	55	$0,6596.10^6$	$0,8575.10^6$	0,35
488...380	50	$5,3903.10^6$	$7,8648.10^6$	3,25
380...284	45	$4,3069.10^6$	$13,4637.10^6$	5,56
284...200	40	$3,3457.10^6$	$17,8131.10^6$	7,35
200...128	35	$2,5061.10^6$	$21,0711.10^6$	8,69
128... 80	30	$1,4303.10^6$	$22,9305.10^6$	9,46
80... 44	25	$0,8928.10^6$	$24,0912.10^6$	9,93
44... 0	20	$0,8719.10^6$	$25,2247.10^6$	10,40
	$s_{normat} \leftarrow s_{SEMSp}$, pentru $L_1 = 2000$			
500...476	70	$1,6852.10^6$	$2,3593.10^6$	0,97
476...392	65	$5,4703.10^6$	$10,0178.10^6$	4,14
392...308	60	$5,0433.10^6$	$17,0785.10^6$	7,05
308...248	55	$3,2981.10^6$	$21,6959.10^6$	8,95
248...188	50	$2,9946.10^6$	$25,8883.10^6$	10,67
188...140	45	$2,1534.10^6$	$28,9031.10^6$	11,91
140... 92	40	$1,9118.10^6$	$31,5796.10^6$	13,01
92... 68	35	$0,8354.10^6$	$32,7491.10^6$	13,49
68... 44	30	$0,7152.10^6$	$33,7503.10^6$	13,90
44... 20	25	$0,5952.10^6$	$34,5836.10^6$	14,24
20... 0	20	$0,3963.10^6$	$35,1384.10^6$	14,47

Notă. Greutatea totală G_t include, cu aproximație, și greutatea cintrelor de rigidizare transversală (30...40%).

În figura 26 se face o comparație grafică sugestivă a valorilor grosimilor de perete s, obținute în diferite alternative, rezultînd:

- pentru $L_1 = 2000$ mm, determinante univoc sînt considerentele de stabilitate elastomecanostatică la solicitarea de presiune exterioară uniformă (curba 3 și profilograma 5);
- pentru $L_1 = 1000$ mm, determinante univoc sînt: considerentele de stabilitate elastomecanică la solicitarea de presiune exterioară uniformă, în cazul $H \leqslant 392$ m (curba *2*) și cele de rezistență mecanică la aceeași solicitare, în cazul $H \in [392, 500]$ m (curba *1*), profilograma grosimii de perete s urmînd a fi structurată în mod corespunzător;
- considerentele de rezistență mecanică la solicitarea de întindere (tracțiune), datorită acțiunii sarcinilor masice proprii (curba *4*), nu sînt determinante în nici una din alternativele studiate.

6. Considerînd secțiunea transversală cu $s = 20$ mm, pentru coloana de tubare din

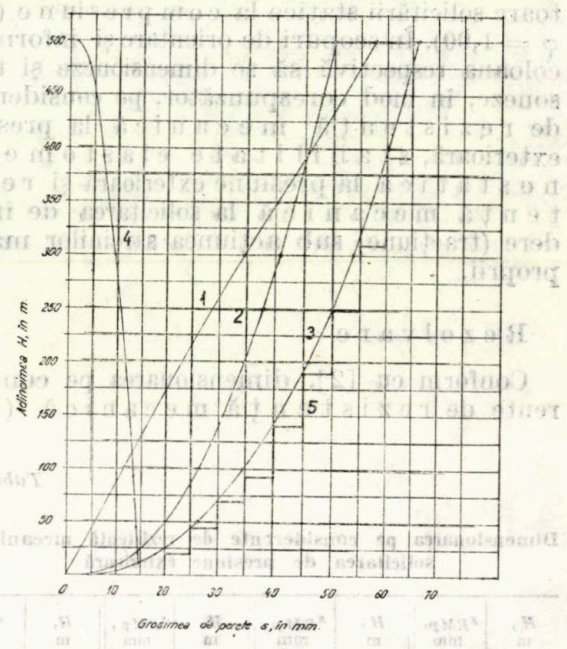


Fig. 26. Graficul comparativ al grosimilor de perete (aplicația 5).

aplicația 4, în varianta $L_1 = 1000$ mm, să se determine disponibilitatea de stabilitate elastomecanostatică în cazurile:

a — solicitării la (încovoiere din) compresiune oblică cu $\alpha = 1 - \sigma_2/\sigma_1 = 1 - (-0,7) = 1,7$ (formula 47);

b — solicitării la încovoiere transversală cu Q concentrat sau distribuit uniform;

c — solicitării la încovoiere exterioară pură cu momentul încovoietor $M_i = F_i H_i$, forța transversală F_i, în N, aplicîndu-se la extremitatea inferioară a coloanei de tubare, iar H_i fiind brațul, în mm, al forței F_i,

Rezolvare

a. Disponibilitatea de stabilitate elastomecanostatică se studiază în contextul paragrafului VI. 3. Întrucît $\sigma_{1\,sup} = 0,6052$ și $c_{1\,cr} = 2\sigma_{1\,sup} = 2.0,6052 = 1,2104$, pentru stabilitatea în mic se obține (formula 46):

$$\sigma_{1\,sup} = 1,2104\, E(s/D_m) =$$

$$= 1,2104.2,06.10^5.(20/4000) = 1246,71 \text{ N/mm}^2,$$

deci (formula corespunzătoare 39):

$$\sigma'_{1\,s} = \sigma_{1\,sup}/c_{sup\,\sigma_1} = 1246,71/5,00 = 249,34 \text{ N/mm}^2,$$

respectiv :

$$max.\,\sigma_1 \leqslant \sigma'_{s1} = 249{,}34,\ \text{N/mm}^2.$$

Avînd în vedere că (formula 48):

$$\bar{\sigma}_{1\,inf} = 0{,}180(1 + 0{,}125\ \alpha) = 0{,}180 \cdot (1 + 0{,}125 \cdot 1{,}7) = 0{,}2183;$$

conform cu (46), deoarece $c_{1\,inf} = 2\,\bar{\sigma}_{1\,inf} = 2 \cdot 0{,}2183 = 0{,}4366$, pentru stabilitatea în mare se obține :

$$\sigma_{1\,inf} = 0{,}4366\ E(s/D_m) = 0{,}4366 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot (20/4\,000) = 449{,}70\ \text{N/mm}^2$$

deci (formula corespunzătoare 42) :

$$\sigma''_{1s} = \sigma_{1\,inf}/c_{inf\,\sigma_1} = 449{,}70/1{,}86 = 241{,}77\ \text{N/mm}^2,$$

respectiv :

$$max.\,\sigma_1 \leqslant \sigma''_{1s} = 241{,}77\ \text{N/mm}^2.$$

b. Disponibilitatea de stabilitate elastomecanostatică se studiază în contextul paragrafului VI.4, rezultînd :

● pentru solicitarea printr-o sarcină concentrată Q (formula 49) :

$$Q_{sup} = 2{,}0606\ E\,s^2 \sqrt[4]{D_m s/L_1^2} = 2{,}0606 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot 20^2 \cdot \sqrt[4]{4000 \cdot 20/1000^2} = 90{,}30 \cdot 10^6\ \text{N} = 90{,}30\ \text{MN},$$

deci (conform condiției de stabilitate 15 b) :

$$max \cdot Q \leqslant Q_s = Q_{sup}/c_{sup\,Q} = 90{,}30 \cdot 10^6/5{,}00 = 18{,}06 \cdot 10^6\,\text{N} = 18{,}06\ \text{MN};$$

● pentru solicitarea printr-o sarcină Q distribuită uniform (formula 50) :

$$Q_{sup} = 2{,}9588\ Es^2 \sqrt[4]{D_m s/L_1^2} = 2{,}9588 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot 20^2 \cdot \sqrt[4]{4000 \cdot 20/1000^2} = 129{,}66 \cdot 10^6\ \text{N} = 129{,}66\ \text{MN},$$

deci (conform aceleiași condiții de stabilitate 15 b) :

$$max \cdot Q \leqslant Q_s = Q_{sup}/c_{sup\,Q} = 129{,}66 \cdot 10^6/5{,}00 = 25{,}93 \cdot 10^6\ \text{N} = 25{,}93\ \text{MN}.$$

c. Disponibilitatea de stabilitate elastomecanostatică se studiază în contextul paragrafului VI.2, pentru $W = 0{,}74\ D_m^2 s$ (modulul de rezistență al secțiunii transversale a coloanei tubulare date, în mm³, în ipoteza că s/D_m este foarte mic $\rightarrow s/D_m = 20/4000 = 0{,}005$), în baza condiției de stabilitate (15 b), formulate astfel :

$$M_i = F_i H_i \leqslant M_s; \qquad (111)$$

unde $M_s \rightarrow (M'_s,\ M''_s)$ reprezintă momentul încovoietor exterior, în N·mm, admisibil (minim) din punctul de vedere al stabilității elastomecanostatice, rezultînd (după împărțirea prin W și ordonarea corespunzătoare a calculelor) :

$$F_i \leqslant (0{,}74\ c_{1\,cr}/c_{s\,\sigma 1}) E(s^2 D_m/H_i); \qquad (112)$$

Conform cu (46), dacă se admite $H_i = 460$ m, atunci se obține :

● pentru stabilitatea în mie :

$$F_i \leqslant (0{,}74 \cdot 2 \cdot 0{,}6052/5{,}00) \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot (20^2 \cdot 4\,000/460 \cdot 10^3) = 0.1284 \cdot 10^6\ \text{N} = 0{,}1284\ \text{MN};$$

● pentru stabilitatea în mare :

$$F_i \leqslant (0{,}74 \cdot 2 \cdot 0{,}225/1{,}86) \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot (20^2 \cdot 4000/460 \cdot 10^3) = 0{,}1283 \cdot 10^6\ \text{N} = 0{,}1283\ \text{MN}.$$

BIBLIOGRAFIE

[1] Link, H. *Berechnung ringversteifter Bohrschachtverrohrungen aus Stahl in den USA.* Glückauf-Forschungshefte, 1980, vol. 41, nr. 3, p. 89—98.

[2] Pavel, A. *Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie).* București, Ed. didactică și pedagogică, 1981, p. 252 și următ.

[3] Pavel, A. *Notă tehnică privind stabilitatea elastică mecanostatică a coloanei de tubare ∅ 2960 mm.* Ploiești, Institutul de petrol și gaze, 08.03.1981.

[4] Pavel, A. *Notă tehnică privind stabilitatea elastică mecanostatică a coloanei de tubare ∅ 4000 mm.* Ploiești, Institutul de petrol și gaze, 23.03.1981.

[5] Pavel, A. *Elemente de inginerie mecanică și întreținerea utilajelor tehnologice petrochimice.* Vol. II, fascicula 4. Ploiești, Institutul de petrol și gaze, 1977, p. 240—24.

[6] Timoshenko, S., Woinowsky-Krieger. S. *Theory of plates and schells.* New York, Mc Graw-Hill 1959 și *Teoria plăcilor plane și curbe.* București, Ed, tehnică, 1968.

[7] Berger, E. R. *Zur Bestimmung des kritischen Aussen druckes bei der Ausbeulung versteifter kreiszylindrischer Rohre.* Masch. - Bau u. Wärmewirtsch., 1954, nr. 9, p. 104.

[8] Pavel, A. *Stabilitatea coloanelor de tubare a sondelor.* Mine, Petrol şi Gaze, vol. 30, nr. 10, p. 509—513.

[9] Pankovici, P. F. *Rascetnte formult dlia proverki ustoicivosti ţilindriceskoi obolociki.* Leningrad, Sudpromghiz, 1956.

[10] Volmir, A. S. *Ustoicivost deformiruemth sistem.* Moskva, Nauka, 1967.

[11] Boros, I. E., Tennyson, R. C. *Some design considerations for imperfect stiffened cylinders under various loading conditions.* Proc. AIAA/ASME/SAE 17th. Struct., Struct. Dyn., and Mater. Conf., King Prussia, Pa, 1976, S. 1., p. 324—332.

[12] Tilş, A. L. *Ustoicivost konsolnth ţilindriceskih obolocek s vtrezami pri izghibe poperecinoi siloi s vneşnim davleniem i osevtm sjatiem.* Procinost i jestkost tonkosten. konstrukţii, Sbornik, Leningrad, 1975, p. 142—146.

[13] Agamirov, V. L., Volmir, A. S. *Povedenie ţilindriceskih obolocek pri dinamiceskom prilojeni vsestoronnego davleniai osevogo sjatia.* Izv. AN SSSR, OTN MM, 1959, nr. 3, p. 78—83.

[14] Terebuşko, O. I. *Ustoicivost ţilindriceskoi obolociki pri krucenii, venesnem davlenii i sjatii.* Rascet prostranstv. konstrukţii, Sbornik, 1959, nr. 5, p. 502—522.

[15] Terebuşko, O. I. *K rascetu na ustoicivost i proektirovanie ţilindriceskih podkreplennth obolocek.* Rascet prostranstv. konstrukţii, Sbornik, 1962, nr. 7, p. 119—133.

[16] Pavel, A. *Stabilitatea recipientelor.* Bucureşti, Ed. Academiei R. S. România (în curs de apariţie).

[17] Kempner, J. *Postbuckling behaviour of axially compressed circular cylindrical shells.* J. Aeron. Sci., 1954, vol. 21, nr. 5, p. 329—335, 342.

[18] Broude, B. M. *Osobennosti rasceta na ustoicivost metalliceskih obolocek.* Stroit. meh. i rascet sooruj., 1977, nr. 4, p. 35 şi citare suplimentară după [10].

[19] Darevski, V. M., Kukudjanov, S. N. *Ustoicivost konsolnoi ţilindriceskoi obolociki pri izghibe poperecinoi siloi s kruceniem i vnutrennim davleniem.* Procinost ţilindriceskih obolocek, Moskva, Oboronghiz, 1959, p 72—94 şi Rascet prostranstv. konstrukţii 1959, vol. 5, p. 431—449.

[20] Meck, H. R. *A survey of methods of stability analysis of ring-stiffened cylinders under hydrostatic pressure.* Pressure vessels and piping: Design and analysis. Vol. 1-Anaysis for design, New York, ASME, 1972, p. 627—632.

[21] Gusev, B. M. *Ustoicivost ţilindriceskoi obolociki s kolţami jestkosti pri vneşnem davlenii (nelineinaia zadacia).* Rascetl na procinost, Moskva, Maşinostroenie, 1969, vol. 14, p. 309—322.

[22] Pflüger, A. *Zur praktischen Berechnung der Kreiszylinderschale unter Manteldruck.* Der Stahlbau, 1966, nr. 8, p. 249—252.

[23] Mineev, V. E., Volmir, A S. *O vlianii nacialnth nepravilnostei na ustoicivost ţilindriceskih obolocek pri vneşnem davlenii.* DAN SSSR, 1957, vol. 113, nr. 2, p. 291—293.

[24] Andrievskaia, S. I. *Vlianie eksţentricinogo raspolojenia şpangoutov na velicinu kriticeskogo davlenia ţilindriceskih obolocek.* Izv. vişş. uceb. zav. Maşinostroenie, 1969, nr. 1, p. 31—35.

[25] Pflüger, A. *Stabilitätsprobleme der Elastostatik.* Berlin, Springer-Verlag, 1964.

[26] Birgher, I. A., Panovko, I. G. (Red.) — *Procinost. Ustoicivost. Kolebania. Spravocinik.* T. 1—3. Moskva, Maşinostroenie, 1968.

[27] Chicurel, R. *Shrink buckling of thin circular rings.* Tras. ASME, 1968, series E, vol. 35, nr. 3.

[28] Bucciarelli, L. L., Jr., Pian, T. H. H. *Effect of initial imperfections on the instability of ring contined in an imperfect rigid boundary.* Trans. ASME, 1967, series E, vol. 34, nr. 4.

[29] Timoshenko, S. P., Gere, J. M. *Theory of elastic stability.* New York, Mc Graw-Hill, 1961 şi Teoria stabilităţii elastice. Bucureşti, Ed. tehnică, 1967.

Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi din sectorul central al Depresiunii panonice

II. Potențialul petrogen

Geol. N. Balteș și geol. Maria Moldovanu
I.C.P.P.G. Cîmpina

Introducere

Aprecierea potențialului petrogen s-a axat, în principal, pe analiza gradului de metamorfism al substanței microvegetale diseminate în rocă, respectiv diagnosticarea posibilei roci sursă de hidrocarburi. În acest scop s-au analizat, după metodologia I.C.P.P.G., eșantioane de sondă din toate segmentele stratigrafice importante: triasic, cretacic inferior, senonian, badenian, sarmațian și pliocen inferior, prezentate în numărul precedent.

În vederea studierii condițiilor de formare a unor acumulări de hidrocarburi în zonă, s-au analizat palinologic cîteva eșantioane de ape de zăcămînt badeniene din sondele: 514 Borș (complex I), 528, 529 Borș (complex II), 513, 514 Borș (complex III) și altele.

Lucrările pentru determinarea potențialului petrogen și analiza palinologică a apelor de zăcămînt, fiind abia la început în această unitate, au avut un caracter nesistematic, concluziile trebuind verificate în viitor prin mult mai numeroase și variate metodologii.

Potențialul petrogen

Fără a constitui un obiectiv special de cercetare în acest sector, studiul optic al substanței organice diseminate în diverse tipuri de roci a condus la obținerea unor date interesante care pot anticipa de pe acum o anumită orientare a noilor lucrări geologice pentru hidrocarburi în zonă.

Testările analitice s-au referit la majoritatea eșantioanelor disponibile (triasic, cretacic) și selecționate (neogen) din sectoarele Borș-Oradea și Salonta, criteriul selectiv al ultimelor fiind conținutul în carbon organic, iar subordonat — natura kerogenului stabilită pe cale optică.

Pentru toate probele considerate s-au determinat valorile de metamorfism organic*), iar în fiecare secvență stratigrafică, cel puțin cîteva determinări s-au referit la reflectanța vitrinitului (unele și a inertinitului), translucența și fluorescența (radiație în U.V.) materialului microvegetal.

Dat fiind caracterul preliminar al acestor cercetări nu s-au efectuat alte categorii de analize.

* IMO = indice de metamorfism organic (Balteș, 1973).

Triasicul, reprezentat de calcare negre și marno-argile, este considerat, prin diverse metode geochimice (Cerchez ș. a., 1971) și considerente geologice și petrografice-mineralogice (Anton ș.a., 1967; Paraschiv, 1975), generator de hidrocarburi.

Prin analizele optice ale substanței organice extrase din calcarele triasice cercetate în acest sector, s-au evidențiat următorii parametri:

Carbon organic (CO) %	0,39—0,81
IMO	4,03—4,11
Reflectanța vitrinitului (Ro)	2,4 —2,5
Translucența (T) %	22 (medie pe 3 determinări)
Fluorescență (F)**)	verzui-mat

Interpretarea datelor de mai sus nu recomandă depozitele din care provin carotele analizate, ca generatoare de hidrocarburi. Deși există un procentaj relativ ridicat de carbon organic, reflectat fidel în cantitatea destul de ridicată de substanță organică insolubilă, kerogen (cca. 1,5 g/200 g rocă) acesta aparține unui material organic cu o maturizare avansată, ajunsă în stadiul de catageneză tîrzie, incompatibilă cu generarea hidrocarburilor. Situația nu reflectă treapta termică în care se află depozitele triasice cercetate în momentul de față, adîncimea actuală fiind cu cca 2000—2500 m mai ridicată decît cea corespunzătoare îngropării inițiale a sedimentelor triasice și treptei termice de formare a hidrocarburilor.

Cretacicul inferior, reprezentat în materialul analizat de secvențe predominant calcaroase (barremian) și pelitice (apțian), se exprimă prin date de analiză relativ contradictorii față de cunoștințele existente, impunînd în continuare preocupări sistematice în vederea generalizării lor. Parametrii de bază se prezintă comparativ după cum urmează:

	barremian	apțian
CO %	0,6	0,25
IMO	4,03	4,04
Ro	1,68	2
T %	35	26
kerogen	mixt (algal-humic)	humic.

**Nu se prezintă decît aspectul calitativ.

Interpretarea preliminară a acestor date scoate, de la bun început, ambele secvențe, din categoria rocilor posibil generatoare de hidrocarburi. Ceea ce poate reține însă atenția este stadiul de evoluție a materiei organice barremiene, mai aproape de o eventuală generare slabă de hidrocarburi față de cea apțiană, total inertă din acest punct de vedere, deși litofaciesul, culoarea și adîncimea actuală sugerează o situație inversă.

Senonianul, prezent în carotele analizate sub forma unor pelite cenușii, se caracterizează prin :

CO %	0,2—0,36
IMO	4,12 (medie pe 6 determinări)
Ro	2,43 (medie pe 5 determinări)
T %	20
F	verzui-strălucitor
kerogen	mixt (humic-algal)

Se poate aprecia, în urma datelor de mai sus, că diageneza materiei organice a atins, în ansamblu, valori ridicate, chiar peste valorile depozitelor mult mai vechi, cum sînt cele triasice și cretacice inferioare. Acest aspect trebuie interpretat într-un context mult mai larg, extraregional, deoarece el se repetă cu valori mai mult sau mai puțin apropiate și în alte unități tectonice majore. Fără a se considera explicată anomalia unui metamorfism organic senonian ajuns în faza de metageneză timpurie, se poate aprecia că aceste depozite s-au sedimentat și au evoluat, cel puțin în senonian, într-un regim termic hipertrofiat, de natură încă necunoscută (posibil cosmică). Indiferent de cauzele acestui fenomen, încercat a fi explicat cu alte ocazii, se poate afirma că generarea petrolului în astfel de condiții nu a fost posibilă.

Neogenul, într-o destul de largă paletă litofacială, a fost bine cercetat pentru eventualul său potențial petroligen pozitiv, mai ales că unele secvențe prezintă acumulări de hidrocarburi. Cu toate că există și date de analiză care se abat mult de la valorile medii, datorate probabil unor vicii metodologice sau erori de încadrare cronostratigrafică, majoritatea observațiilor permit o caracterizare acceptabilă a potențialului petroligen al depozitelor respective.

Badenianul, considerat anterior împreună cu sarmațianul și pliocenul ca generatoare univoce de hidrocarburi,a fost cercetat separat, principalele date de analiză fiind :

CO %	0,18—3,3
IMO	3,2 —4,03
Ro	1,35—2,18
T %	52
F	galben-mat
kerogen	humic-algal

Se observă, cu ușurință, că principalii parametri prezintă importante variații care situează, în ansamblu, depozitele badeniene în cuprinsul rocilor generatoare de hidrocarburi, de la gaze umede, la țiței, gaz condensat și gaze uscate, deci un spectru genetic prea larg pentru a fi considerat real fără o interpretare de detaliu și critică a sa. Astfel, considerîndu-se depozitele badenianului, în special cele pelitice superioare, susceptibile de a determina roci generatoare, se sugerează ca potențialul petroligen al acestora să se determine pe arii limitate și mai ales în raport direct cu adîncimea de îngropare și substrat, recte depozitele cristaline care formează fundamentul depresiunii. Unele observații efectuate pe material organic badenian din sonde adînci săpate în R. P. Ungară (sectorul Békéscsaba-Szarvas), prelucrat în I.C.P.P.G., relevă condiții specifice ale generării hidrocarburilor, în special ale țițeiului, existînd posibilitatea ca pe teritoriul românesc o parte din acumulările badeniene să aibă o poziție secundară (a se vedea capitolul următor).

Sarmațianul, studiat în diverse litofaciesuri, prezintă, de asemenea, o varietate relativ mare de valori analitice, datorate, în cea mai mare parte, încadrării largi cronostratigrafice ca și poziției acestuia în contextul sedimentologic și structural-tectonic al ariei considerate. În situațiile în care se găsește la o adîncime sub 2 000 m, deși aceasta nu reflectă fidel influența fluxului termic inițial, depozitele sarmațianului prezintă, uneori, vagi caractere generatoare, în special de gaze sau gaz condensat (CO 2,2%; IMO 2,9—3,3; Ro 1,60; T 60%) putînd fi asimilate unor depozite badeniene superioare. În general, materia organică sarmațiană prezintă caracterele unei maturizări termice greu de considerat aptă pentru generarea hidrocarburilor fără un studiu de detaliu al depozitelor purtătoare.

Pontianul, secvența pliocenă cu cea mai largă distribuție areală și volumetrică din regiune, a oferit un cadru bun de studiu a substanței organice și potențialului petroligen.

În general, valorile analitice nu au fost disproporționate, unele din ele datorate încadrării stratigrafice largi, la nivelul întregului etaj, fiind excluse din interpretări. Sintetic, parametrii de bază sînt următorii :

CO %	0,25—1,55
IMO	2,55—3,50
Ro	0,40—0,75
T %	60
F (calitativă)	galben strălucitor
kerogen	humic-algal

Cu toate că prezintă valori mult distanțate pentru același litofacies, se remarcă depozitele ponțiene aflate în jurul adîncimii de 2 500 m

sau mai jos, în care maturizarea termică este ușor accentuată și situată în stadiul de catageneză timpurie, capabilă de generarea slabă a hidrocarburilor lichide (sectorul Salonta).

Privind în ansamblu perspectiva caracterizării unor roci sursă în regiune, se apreciază că, deși cuvertura sedimentară, în special cea neogenă, conține importante cantități de substanță organică, aceasta a suportat un influx termic ridicat, care a determinat, la rîndul ei, o evoluție termică accentuată, depășind considerabil gradientul geotermic mediu al îngropării sedimentelor, în mai multe sectoare ale depresiunii.

Considerîndu-se pînă la alte probe, că sursa hipertermică în zonă aparține fundamentului cristalin, se conturează astfel o raionare teoretică a unor posibile roci generatoare în segmentele pelitice aflate la adîncimi de 2 300—3 000 m și dispuse pe zone cristaline ridicate. Simpla comparație a gradului de maturizare termică a materiei organice din depozite neogene (IMO) situate la adîncimi diferite dar influențate direct de substratul cristalin, este revelatoare. Astfel, badenian-sarmațianul inferior, deschis de sonda 4 660 Cărand la circa 800 m este mai evoluat termic decît aceeași secvență deschisă de sonda 4 608 Ciumeghiu la circa 2 700 m, situată mai la vest, ambele depășind, la rîndul lor, cu mult valorile de metamorfism organic ale altor secvențe neogene deschise de numeroase sonde situate și mai la vest, la adîncimi în jur de 2 700 m sau depășind această adîncime (Salonta, Socodor, Nădlac, Cenad etc.).

Sintetizînd cele menționate anterior, rezultă că problema rocilor posibil generatoare din sectorul cercetat, ca și din întreaga Depresiune panonică, trebuie abordată prin metodologii adecvate, iar datele de analiză interpretate după criterii de actualitate și pe baza unui fond statistic de date corespunzător. Ca o observație generală, la care se pot adăuga și altele (Balteș, 1976, 1980), se apreciază că secvențele cu caracterele cele mai apropiate de rocile sursă clasice pot fi considerate badenian-sarmațianul inferior (țiței și gaze) și ponțianul inferior (mai ales pentru gaze). De reținut că nivelele argilitice cu cărbuni din pliocenul superior al altor unități au fost considerate ca generatoare, putînd fi luate în considerare și în Depresiunea panonică, unde ele există (bazinele intramontane, ariile central-sudice etc.).

Calcarele triasice și pelitele cretacice inferioare nu manifestă potențial petroligen concludent, dar cercetarea lor nu poate fi considerată satisfăcătoare pînă în prezent, impunîndu-se studiile de rigoare.

Pelitele senoniene nu manifestă nici un fel de aptitudini generatoare, cel puțin după metodologia utilizată cu această ocazie. Caracterizarea rocilor sursă, răspîndirea lor stratigrafică și areală, ca și eventuala cartografiere a lor, vor trebui să fie făcute cu mult discernămînt și numai în corelare cu natura primară a materialului organic și relieful fundamentului cristalin-eruptiv al depresiunii.

Considerații privind unele condiții de formare a acumulărilor de hidrocarburi

Cercetate sporadic, în funcție de posibilități, fără a fi incluse pînă în prezent într-un studiu tematic special, 15 eșantioane de apă de zăcămînt au relevat asociații palinologice bogate, susceptibile pentru unele considerații asupra acumulărilor respective de hidrocarburi. Fără a se referi numai la zona de studiu, ci și la cea imediat la nord de aceasta, ele au provenit din colectoare badenian-sarmațiene din sondele: 4 058 Săcuieni (2 055 m), 4 035 Ciocaia (2 650 m), 4 053 Mihai Bravu (2 075 m), 602 Mihai Bravu (1 690 m), 517 Borș (2 815 m, 2 910 m) și 513, 515, 516, 525, 529 Borș (între 2 400 și 3 000 m)

Din sonda 602 Mihai Bravu s-a analizat o probă de apă de zăcămînt de la 1 856 m din colector aparținînd cristalinului, iar din sonda 525 Borș (2 700 m) din colector aparținînd cretacicului inferior.

Se menționează că și alte acumulări de hidrocarburi aparținînd unor colectoare din cristalin, helvețian, badenian, sarmațian și pliocen, analizate palinologic din structuri sudice (Sandra, Calacea, Satchinez etc.) au permis obținerea unor rezultate interesante consemnate în diverse materiale tematice nepublicate și publicate (Balteș 1976, 1978, 1980).

Apele de zăcămînt miocene conțin asociații palinologice, în general bogate, care reflectă calitativ condițiile de stagnare îndelungată în colectoarele badenian-sarmațiene. Maturizarea termică a celei mai mari părți din conținutul palinologic al acestor asociații se încadrează, deși în termeni mai largi, valorilor în care țițeiul ar fi putut fi generat în același segment stratigrafic. În cîteva asociații badeniene s-au determinat specimene palinologice ponțiene (dinoflagellate), un bogate detritus de aceeași vîrstă și procentaje variabile (care pot ajunge pînă la 7%) de tipuri premiocene, cum este de exemplu polenul de palmieri, elemente inexistente în cuvertura vegetală din Europa centrală și estică în timpul sedimentării miocenului superior.

Conținutul palinologic din acumulările cretacice-inferioare (Borș) și cristalin (Mihai Bravu) se caracterizează prin masive contaminări cu material miocen (subordonat) și pliocen.

Fără a generaliza observațiile de față, ele bazîndu-se pe puține puncte de observație și neuniform repartizate, se poate afirma totuși că acumulările de hidrocarburi din miocenul

ariei cercetate pot fi considerate numai parțial „în loc", primare, la formarea lor participînd, atît depozite mai noi, cît și mai vechi, cercetarea și verificarea ultimului aspect putînd constitui un viitor obiectiv de cercetare.

Concluzii generale

Din analiza palinologică complexă a cuverturii sedimentare din sectorul central al Depresiunii panonice s-au desprins următoarele.

Cantitatea și calitatea materialului palinologic au permis separarea unor asociații palinologice caracteristice următoarelor segmente: werfenian, anisian, ladinian, carnian-norian, barremian, apțian, senonian, badenian inferior, badenian superior, sarmațian inferior, sarmațian inferior-mediu, meoțian, ponțian inferior, ponțian superior.

O parte din asociații, cum sînt cele neogene bine conturate, caracterizate de procese paleobiologice distincte (apariție, apogeu, dispariție) și interpretate asociativ, pentru a constitui subdiviziuni-tip (zone și subzone palinostratigrafice) devin direct utilizabile în activitatea geologică aplicativă.

Asociațiile palinologice caracteristice pot fi corelate, atît în regiunea cercetată, cît și în alte sectoare ale depresiunii sau din alte unități. Depozitele neogene, care au cea mai mare răspîndire, pot fi corelate pînă la nivel de etaj și satisfăcător la cel de subetaj.

Cercetarea palinologică a reconfirmat prezența meoțianului în Depresiunea panonică, ca segment stratigrafic intermediar între sarmațianul mediu și ponțianul inferior. Caracterele palinofaciale ale depozitelor considerate meoțiene, de factură salmastră-fluviatilă, le atașează secvenței sarmațiene, sedimentarea pliocenului începînd, în accepțiunea acestei observații, în toată depresiunea, ca și în unități limitrofe, cu ampla transgresiune, ponțiană.

S-a confirmat utilitatea nomenclaturii cronostratigrafice din bazinul dacic în separarea neogenului din acest sector.

S-a schițat posibilitatea separării unor subdiviziuni în cuprinsul triasicului.

Nu s-au întîlnit elemente care să ateste prezența unor depozite permiene în regiune, cu toate că această problemă a fost urmărită special, în funcție de materialul carotat disponibil. În acest sens se consideră că problema permianului trebuie reconsiderată, atît în sedimentarul Munților Apuseni, care a servit ca etalon, cît și în sectorul Turnu, unde nivelele de gresii litice cu ciment sericitocloritic, deși majoritatea lipsite de conținut palinologic determinabil, sugerează o vîrstă mai nouă.

Apreciindu-se asociațiile palinologice sub aspectul lor paleoecologic s-au conturat palinofaciesurile:

1 — larin specific sedimentării badenianului, fermi la partea inferioară și cu tendințe evidente de lagunizare spre contactul cu sarmațianul;

2 — lagunar-salmastru în sarmațianul inferior;

3 — salmastru-fluviatil în sarmațianul inferior-mediu și îndeosebi în meoțian;

4 — evasisalmastru în ponțianul inferior;

5 — lacustru-fluviatil în ponțianul superior, sedimentarea de apă dulce continuîndu-se și accentuîndu-se în depozitele post-ponțiene.

Numărul redus de analize efectuate asupra celorlalte depozite sedimentare din regiune, deși suficient de concludente stratigrafic, nu permit extinderea concluziilor sub aspect paleoecologic și paleogeografic.

Cercetarea gradului de maturizare a materialului organic microvegetal a atestat posibilitatea caracterizării unor posibile roci generatoare și stabilirea potențialului lor petroligen.

S-au stabilit preliminar caractere generatoare satisfăcătoare în badenian, slabe în ponțianul inferior și vagi în sarmațian. Unele date de analiză reținatenția asupra depozitelor barremiene. Celelalte secvențe stratigrafice triasice, apțiene, senoniene, sarmațiene (parțial) și pliocene, considerate ca purtătoare de roci sursă, nu au fost confirmate ca atare.

Analiza palinologică a unor ape de zăcămînt sugerează caracterul cel puțin secundar al acumulărilor din cristalin și cretacicul inferior.

Acumulările de hidrocarburi din miocen, cele mai frecvente în regiune, se consideră a avea o origine mixtă, cele din badenian și probabil, secundară în sarmațian.

Acumulările din badenian ridică problema unor roci sursă multiple în regiune care își fac simțită prezența relativ constant prin elemente palinologice specifice în colectoarele respective. Acest aspect nu a putut fi soluționat în cadrul acestei lucrări, dar există premize pentru abordarea lui sistematică în viitorul apropiat.

Bibliografie

[1] Anton, S., Cerchez, V. *Recherches sur l'identification des roches mères d'hydrocarbures.* Rev. Inst. Fr. Pétr., **22**, 12, 1967, p. 1112—1118.

[2] Balteș, N. *Observații preliminare privind conținutul microvegetal al unor ape de zăcămînt din România.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 2, 1976, p. 91—95.

[3] Balteș, N. *Contribuții și noi aspecte ale cercetării palinologice cu privire la acumularea, migrația și formarea petrolului.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 11—12, 1976, p. 552—556.

[4] Călinescu. I. *Considerații asupra genezei petrolului și formării zăcămintelor de hidrocarburi în Depresiunea panonică.* Petrol și Gaze, nr. 3, 1971, p. 127.

[5] Filipescu, M. N. *Rezultatele prospecțiunilor geochimice pentru acumulările de hidrocarburi în România* Petrol și Gaze, nr. 6, 1971, p. 323—328.

RECENZII

A. Pavel, **Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie).** Ed. didactică și pedagogică, București, 1981, 448 pag.

Lucrarea **Elemente de inginerie mecanică** este un curs de utilaj tehnologic petrochimic, sub aspect teoretic încadrîndu-se în categoria disciplinelor de strictă specialitate, ce se predă studenților ingineri ai Facultății de tehnologia și chimizarea petrolului din cadrul Institutului de petrol și gaze Ploiești.

În același timp, lucrarea reprezintă un studiu amplu al problemelor fundamentale de ingineria utilizării materialelor tehnice și de rezistență și stabilitate a structurilor metalice de tip recipient, ca utilaje complexe ale sistemelor specifice combinatelor petrochimice și rafinăriilor de petrol moderne.

Sub titlul *ingineria utilizării materialelor*, în partea întîi, sînt arătate caracteristicile materialelor tehnice și evaluarea tradițională și modernă a comportării acestora sub sarcină în condițiile unei exploatări complexe în medii mai mult sau mai puțin agresive, la temperaturi și presiuni ridicate sau joase și sub stări de solicitare mecanică, termică, termodinamică etc. cu caracter static, dinamic sau variabil.

În acest context, autorul tratează fenomenele de coroziune sub forme foarte variate, arătînd și măsurile de combatere sau prevenire a acesteia, cavitația și eroziunea, atacul hidrogenului ca urmare a existenței unei coroziuni electrochimice, influența temperaturii ridicate și joase asupra caracteristicilor oțelurilor, fluajul metalelor în condiții de exploatare mai mult sau mai puțin agresive. În diagrame și tabele se arată variația caracteristicilor materialelor tehnice și se stabilesc limitele de durată de distrugere și de serviciu.

De o deosebită valoare, teoretică și aplicativă, este prezentarea mecanicii ruperilor, respectiv analiza mărimilor fizice noi care definesc rezistența materialelor ca urmare a stabilirii de corelații între eforturile unitare și factorii geometrici definitorii.

Într-un ultim capitol se prezintă criteriile alegerii materialelor pentru diferite tipuri de construcții metalice, se arată indicatorii tehnico-economici ce trebuie luați în considerație în activitatea de proiectare și se indică coeficienții de siguranță și rezistențele admisibile, de calcul, pentru materialul de bază și de adaos supus la solicitări statice (întindere, compresiune, încovoiere, răsucire, tăiere) și variabile (ruperea prin oboseală și atingerea limitei de curgere convențională).

Partea a doua a lucrării, *rezistența și stabilitatea structurilor de tip recipient*, după expunerea detaliată a teoriei generale a structurilor de tipul învelișurilor de revoluție și definirea ecuațiilor de echilibru, tratează eforturile unitare în structurile de tip înveliș în două ipoteze distincte, cu și fără moment și, ca urmare, sistemul ecuațiilor generale ale teoriei acestor structuri, cu grosime de perete constantă (un sistem de 7 ecuații cu 7 necunoscute).

În continuare se prezintă particularizări și aplicații ale teoriei generale a structurilor de tipul învelișurilor de revoluție — structură (fundul și mantaua) sferică, structură (mantaua, tubulatura) cilindrică, structură (fundul, mantaua) conică sau tronconică, structurile (fundurile) elipsoidale — solicitate la presiune interioară uniformă. Se arată deformațiile și deplasările în cazul aplicării teoriilor cu și fără moment, făcîndu-se și o succintă comparare a rezultatelor.

În aceeași manieră este arătată rezolvarea problemei conturului — extremitățile structurilor de revoluție — la care, pe lîngă forma generală a metodei aproximative de rezolvare, sînt prezentate calculele pentru diferite cazuri întîlnite în activitatea practică (funduri semisferice cu orificiu centrat în polul superior, segment de structură sferică, structurile cilindrice lungi, structura conică închisă la vîrf etc.).

În domeniul de calcul al stabilității elastice a structurilor de tipul învelișurilor de revoluție, după enunțarea noțiunilor fundamentale, se arată conceptul și starea de echilibru și se prezintă calculul de dimensionare pentru stabilitatea în mic și în mare, locală și generală, formulîndu-se condițiile generale de stabilitate pentru recipiente și tubulaturi.

Într-un număr impresionant de pagini și o interpretare științifică comparativă a diferitelor concepte de calcul enunțate de numeroși autori, se tratează problema stabilității pentru :

— inele și arce circulare solicitate la sarcini exterioare radiale uniforme în conceptul problemei liniare și neliniare ;

— tubulaturi și mantale cilindrice circulare solicitate la compresiune axială ;

— tubulaturi și mantale cilindrice circulare solicitate la presiune exterioară, netede și rigidizate, cu indicații pentru calculele practice prin aplicarea unor formule recomandate și compararea rezultatelor, stabilirea domeniilor de stabilitate elastică și optimizarea tubulaturilor și mantalelor cilindrice circulare subțiri rigidizate transversal ;

— tubulaturi și mantale cilindrice solicitate la încovoiere pură și compresiune oblică, cu particularizarea solicitării la încovoiere sub acțiunea forțelor concentrate sau distribuite ;

— tubulaturi și mantale cilindrice circulare solicitate combinat, compresiune axială sau încovoiere și presiune exterioară, compresiune axială, încovoiere și presiune exterioară ;

— mantale, racordări, reducții și funduri conice sau tronconice solicitate la compresiune axială, la presiune exterioară uniformă și solicitări combinate ;

— structurile sferice solicitate la presiune exterioară uniformă cu stabilirea limitelor domeniului de stabilitate elastică ;

— structurile neconvenționale de tipul mantalelor (fundurilor) elipsoidale, fundurilor paraboloidale, structurilor toroidale și de tipul fundurilor torosferice.

Lucrarea, în ansamblu, se adresează, atît studenților-ingineri ai Facultății de tehnologia și chimizarea petrolului și gazelor, cît și specialiștilor din activitatea de proiectare și exploatare a acestor utilaje din industria petrochimică și de prelucrare a petrolului. De asemenea, lucrarea, prin conținut și interpretare, arată și modul de calcul de dimensionare al coloanelor de burlane de diametre mari folosite pentru consolidarea puțurilor și suitorilor de mină executați prin foraj, depășind sfera petrochimiei și a prelucrării petrolului, avînd deci aplicabilitate și în tehnologiile moderne din industria minieră.

Relațiile de calcul, pentru varietatea structurilor de tipul învelișurilor de revoluție, permit o dimensionare directă și rapidă, care, la îndemîna specialiștilor din activitatea de proiectare și execuție, pot contribui la obținerea de realizări de răsunet în acest domeniu. Acest aspect, ca și dezvoltarea relațiilor de calcul privind optimizarea proiectării structurilor respective, au efecte economice pozitive sub aspecte ce vizează reducerea consumului de metal, creșterea productivității muncii, asigurarea siguranței în exploatare, deci eliminarea accidentelor tehnice și umane, durată de funcționare corespunzătoare etc.

Toate cele de mai sus atestă lucrării o valoare științifică, tehnică și practică, incontestabilă, făcîndu-o utilă în activități din diferite domenii sau ramuri economice, reprezentînd, în același timp, un fond documentar de date, de relații și teorii tradiționale și moderne, completate, pentru o facilă însușire, cu o bibliografie vastă.

Ing. **C. Iacobescu**

Jescu, I. **Extracția lignitului prin exploatări la zi în România.** Ed. tehnică, 1981.

Dezvoltarea extracției lignitului în Oltenia se bucură de o atenție deosebită din partea conducerii superioare de partid și de stat, a secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, care a analizat la fața locului mersul acestei industrii extractive în anii 1974, 1977, 1979 și 1980, dînd indicații prețioase cu privire la valorificarea, în scopuri energetice, a lignitului din această regiune a țării. La nivelul anului 1985, Oltenia va trebui să asigure 60 mil. tone de cărbune, respectiv 83% din producția de lignit a țării, din care peste 38 mil. tone sînt prevăzute a se asigura din exploatările la zi din această zonă, ceea ce reprezintă 52 % din producția de lignit a țării și 63% din volumul extracției din bazinul Olteniei.

În acest context, lucrarea inginerului Ion Jescu — reprezentat al grupului de ingineri specialiști care au crescut în bazinul minier Rovinari — , tratează o problematică vastă începînd de la geologia zonelor exploatabile prin lucrări miniere la zi din România și terminînd cu calitatea și competența forței de muncă din aceste mari șantiere ale țării.

În cele 18 capitole ale lucrării, autorul prezintă drumul parcurs de țara noastră de la punerea în funcțiune a primelor cariere de lignit cu producții anuale de cîteva sute de mii de tone, deservite de utilaje cu acțiune discontinuă, pînă la actualele cariere în funcțiune, dotate cu tehnologii în flux continuu, de cea mai înaltă tehnicitate și cu producții de ordinul milioanelor de tone pe an.

Rod al unei experiențe de peste 25 de ani de activitate în exploatarea la zi a cărbunelui, lucrarea **Extracția lignitului prin exploatări la zi în România** se adresează tuturor specialiștilor care lucrează în acest domeniu, elevilor grupurilor școlare, studenților și cadrelor didactice din învățămînt care pregătesc personal pentru exploatările la zi.

Stoica, C. și Gherasie, I. **Sarea și sărurile de potasiu și magneziu din România.** Ed. tehnică, 1981.

Prin rezervele de sare de calitate superioară, practic inepuizabile și în condiții avantajoase de exploatare, România are o puternică industrie clorosodică, ocupînd în prezent locul 6 în Europa și locul 11 din lume în rîndul producătorilor de sare.

Cercetările geologice din ultimii 30 de ani din țara noastră au dus la descoperirea multor acumulări de săruri de potasiu, pentru care în prezent se fac încercări de exploatare și preparare, în vederea industrializării lor.

Autorii lucrării **Sarea și sărurile de potasiu și magneziu din România** structurează materialul în 11 capitole, prezentînd răspîndirea zăcămintelor de sare și săruri de potasiu pe glob, mineralogia, geneza și metodologia de cercetare geologică a acestora, probleme de exploatare, preparare și construcții de rezervoare subterane în masive de sare.

Lucrarea se adresează cadrelor de specialitate din geologie și minerit, precum și celor interesați în cunoașterea problemelor legate d zăcămintele de sare și potasiu.

E.V.

E 1445

INDEX

Editoriale

Almășan, B. *Cărbunele în conjunctura crizei energetice*, nr. 3, p. 99.

x x x *Realizări și perspective în munca minerilor noștri*, nr. 8, p. 359.

Gabrian, V. *Din preocupările și realizările Centralei minereurilor neferoase Baia Mare în primul an al cincinalului 1981—1985*, nr. 11, p. 515.

Pavel, A. *Energia și unele din implicațiile sale în contemporaneitate*, nr. 1—2, p. 10.

Geologie, prospecțiuni și explorări

Balteș, N. *Substanța organică diseminată în rocile detritice și unele metode speciale de studiu ale acesteia*, p. 1—2, p. 68.

Balteș, N. și Moldovanu Maria *Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi în sectorul central al Depresiunii panonice* (I), nr. 11, p. 560.

Balteș, N. și Moldovanu Maria *Cercetări palinologice complexe asupra depozitelor de interes pentru hidrocarburi în sectorul central al Depresiunii panonice* (II), nr. 12, p. 611.

Barbu Angela, Sali Lolia și Stănescu, V. *Unele conexiuni între ocurența petrolului în România și modelele tectonicii globale*, nr. 8, p. 392.

Cosma, R. *Posibilități de valorificare a substanțelor minerale utile din partea nordică a Munților Persani*, nr. 8, p. 399.

Enache, Gh. *Considerații privind perspectivele creșterii rezervelor de lignit din Oltenia*, nr. 4, p. 162.

Lupșoiu Marcela *Utilizarea izotopilor radioactivi în cercetări hidrogeologice pentru ligniții din Oltenia*, nr. 4, p. 172.

Mihail, Cr. *Modelarea matematică a filoanelor rezistive pentru interpretarea cantitativă a datelor din prospecțiunea geoelectrică*, nr. 10, p. 493

Milcoveanu, D. *Mecanism geotermic de migrare a petrolului în zăcămînt secundar*, nr. 7, p. 347.

Niac, Gv. și Focșa, I. *Reactivitatea termodinamică a cărbunilor*, nr. 9, p. 435.

Paraschiv, D. *Asupra conținutului litostratigrafic al Formațiunii de Segarcea*, nr. 1—2, p. 77.

Paraschiv, D. *Spre o nouă concepție asupra evoluției Platformei moesice*, nr. 4, p. 207.

Paraschiv, D. și Dăneț, N. *Depozitele triasice din sudul Dobrogei*, nr. 10, p. 490

Pocomnicu, I. *Metodologie complexă de reducere a potențialului acvifer în vederea punerii în valoare a rezervelor de lignit situate în condiții hidrogeologice grele*, nr. 6, p. 281.

Fizica zăcămintelor de petrol și gaze

Beizadea, Gh. *Protecția calodică la rezervoare pentru apă sărată de zăcămînt*, nr. 5, p. 244.

Pârcălăbescu, I. D. *Apa singenetică — cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt*, nr. 3, p. 145.

Pârcălăbescu, I. D. *Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meotianul structurii Oprișenești*, nr. 5, p. 246.

Pârcălăbescu, I. D. *Indepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecție*, nr. 7, p. 343.

Pârcălăbescu, I. D. și Popa, C. Gh. *Apa singenetică — cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt (II)*, nr. 8, p. 389.

Pârcălăbescu, I. D. *Cîteva considerații fizico-chimice și geochimice asupra colectorului petrolifer din sarmațianul structurii Bragadiru*, nr. 9, p. 450.

Svoronos, P., Oltean, I. și Sultănoiu, V. *Evoluția și perspectivele dezvoltării tehnologiilor de punere în valoare și extracție a zăcămintelor de gaze*, nr. 1—2, p. 47.

Tatu, Gr. și Popescu, F. *Tehnologii și echipamente pentru valorificarea zăcămintelor de petrol și gaze de mare adîncime*, nr. 1—2, p. 53.

Forajul sondelor

Ana, I., Orosz., M. şi Popescu, F. *Aditivi şi fluide pentru degajarea garniturilor de foraj prin „lipire diferenţială"*, nr. 4, p. 192.

Cârcoană, A. şi Pantazi, I. *Orientări şi perspective pentru creşterea factorului de recuperare a ţiţeiului din zăcăminte*, nr. 1—2, p. 59.

Pavel, A. *Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare* (I), nr. 11, p. 545

Pavel, A. *Stabilitatea elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametru mare* (II), nr. 12, p. 594

Prodan Speranţa Victoria. *Contaminarea cu solide a fluidelor de foraj*, nr. 10, p. 479

Ulmanu, V., Raşeev, D. şi Popescu Daniela *Analiza caracteristicilor constructive şi funcţionale a îmbinărilor cu umăr pentru garnitura de foraj*, nr. 10, p. 482.

Exploatarea zăcămintelor de substanţe minerale utile

Biriescu, Al. *Transmiterea orientării cu control în subteran utilizînd două fire lestate pe un puţ vertical*, nr. 7, p. 340.

Biriescu, Al. *Trilateraţia şi tripla trilateraţie*, nr. 11, p. 531

Bujac, Gh. *Metodă de săpare pe înclinare a tranşeelor cu excavatoare cu rotor*, nr. 6, p. 265.

Bujac, Gh. *Exploatarea straturilor de lignit adiacente carierelor cantonate sub nivel hidrostatic prin lucrări miniere subterane aplicînd metoda de deschidere combinată carieră subteran*, nr. 11, p. 524

Cojocaru, Tr. *Progrese şi tendinţe în dezvoltarea tehnologiilor convenţionale pentru extragerea prin cariere a lignitului din Oltenia*, nr. 3, p. 105.

Dascălu, C., Perini, Fr. şi Kruppa, V. *Tehnologii noi de exploatare a straturilor groase de cărbune din Valea Jiului*, nr. 12, p. 585

Dima, N. şi Buşe, Fl. *Elaborarea unui model matricial de calcul al poligonaţiilor miniere utilizînd procedeul transcalculării*, nr. 12, p. 570

Enache, C. *Existenţa şi posibilităţile valorificării lignitului din judeţul Dolj*, nr. 3, p. 102.

Focşa, I. şi Niac, Gv. *Gazificarea lignitului în subteran*, nr. 1—2, p. 27.

Fodor, D. şi Nicoară, I. *Verificarea stabilităţii taluzului sudic din cariera Cortelu şi extragerea acestuia cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă de mare diametru*, nr. 8., p. 367.

Giuclea, Gh., Miclea, Al. şi Rancea, Gh. *Orientări privind creşterea gradului de recuperare a rezervelor de cărbune din pilierii de protecţie din Valea Jiului*, nr. 1—2, p. 30.

Leţu, N. şi Semen, C. *Influenţa caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor asupra stabilităţii lucrărilor miniere orizontale şi alegerea celor mai raţionale tipuri de susţinere pentru condiţiile din Valea Jiului*, nr. 10, p. 463

Pavlon, I., Guran, M., Păun, A. şi Antonescu, A. *Posibilităţi de valorificare complexă a şisturilor bituminoase*, nr. 1—2, p. 36.

Păsărin, C., Handlery, O. şi Sam, A. *Orientări privind creşterea gradului de recuperare a rezervelor de cărbune din stratele subţiri de lignit*, nr. 1—2, p. 19.

Păsărin, C. *Rezultatele cercetărilor în domeniul stabilităţii taluzurilor „in situ" şi de haldă în carierele din Oltenia*, nr. 4, p. 174.

Rebeleanu, V., Farkaş, Gy, Szücs, L., Bally, I., Klein R. şi Colţan, N. *Experimentarea consolidării nisipurilor acvifere în vederea traversării lor cu lucrări miniere*, nr. 7, p. 335.

Roşa, E. *Perspectivele valorificării unor noi zăcăminte de lignit din Banat*, nr. 3, p. 109.

Ştăicuş, S. şi Stănescu, V. *Studiul posibilităţilor de realizare a unei cariere în cîmpul minier Pinoasa*, nr. 3, p. 112.

Văcaru, I. şi Opriş, V. *Şisturile bituminoase de la Anina. Consideraţii privind alegerea metodelor optime de exploatare în carieră şi în subteran*, nr. 1—2, p. 41.

Vîlculescu, I. *Consideraţii privind teoria frontului de lucru cu suprafaţă total, simultan şi continuu activă, cu aplicaţii la construcţia de utilaj minier*, nr. 5, p. 224.

Probleme de transport

Bălan, M. *Unele considerente tehnice privind comportarea sistemelor de transport şi distribuţie gaze naturale în condiţiile unui puternic seism*, nr. 10, p. 497.

Constantinscu, I. *Utilizarea calculului variaţional la determinarea parametrilor îngheaburilor transportatoare cu raclete*, nr. 7, p. 329.

Rădoi, A. şi Giur, I. *Sistem de transport minier acţionat cu motor liniar pentru carierea de şisturi bituminoase de la Anina*, nr. 3, p. 129.

Prepararea substanţelor minerale utile

Brâncuşi, A., Gabrian Lidia, Buciu, C., Cioltea, A. şi Hauptricht, Gh. *Contribuţii la creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului la flotaţia minereurilor complexe sărace de metale preţioase*, nr. 8, p. 378.

Cindea, Al. şi Drule Liana *Alegerea sistemelor de desprăfuire pentru epurarea gazelor tehnologice şi de ventilaţie din metalurgia neferoasă*, nr. 4, p. 189.

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr., Socolescu Anca şi Băloiu, L. M. *Valorificarea metalelor neferose rămase după flotaţia zgurilor Outokumpu răcite lent*, nr. 5, p. 230.

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Socolescu Anca şi Iordăchescu, Gr. *Aplicarea procedeului de acumulare-activare autogenă pentru valorificarea cenuşilor cuprifere*, nr. 10, p. 475

Farcaş, Gy, Katona, N. şi Smaranda, S. *Sinteza unor colectori aminici de flotaţie şi utilizarea lor la flotaţia pegmatitului feldspatic de la Muntele Rece*, nr. 5, p. 235.

Fekete, E. şi Nemeth, L. *Experienţa Întreprinderii miniere Dobreşti în spălarea minereurilor de aluminiu formate din bauxită şi argilă*, nr. 8, p. 381.

Folea, I., Amărăscu Rita, Iacoban, I. şi Tocu, P. *Procedee noi de valorificare a unor zăcăminte sărace de fier şi fier-mangan din România*, nr. 9, p. 415.

Ganiţchi, S. *Procedeu pentru dimensionarea instalaţiilor de flotaţie*, nr. 6, p. 289.

Georgescu, D. *Evaluarea extracţiilor globale de substanţă utilă în cadrul circuitelor complexe de preparare*, nr. 12, p. 590

Mihăilescu Lidia şi Păsculescu Georgeta *Preocupări privind diversificarea sorturilor de cărbune spălat pentru creşterea gradului de recuperare*, nr. 1—2, p. 32.

Noaghi, Tr., Butulescu, I. şi Brandisz, L. *Studiul dependenţei dintre timpul de filtrare şi conţinutul de substanţe humice ale caolinului*, nr. 3, p. 134.

Pandelescu, C. *Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine* (I), nr. 7, p. 321.

Pandelescu, C. *Tendinţe actuale în domeniul preparării minereurilor foarte fine* (II), nr. 9, p. 438.

Şimon Simina. *Un subprodus al industriei petrochimice indigene — înlocuitor parţial al spumanţilor pentru flotaţia minereurilor neferoase*, nr. 9, p. 446.

Szabo, C. şi Coroescu, T. *Despre acţionarea braţului raclor al decantoarelor pentru suspensii solide*, nr. 6, p. 287.

Turcu, D. şi Ghiţă, I. *Tehnologie pentru extracţia molibdenului din concentrate colective sărace*, nr. 3, p. 131.

Văcaru, I., Vlad, L., Anescu, D., Bacu, M. şi Văcaru, E. *Cercetări de preparare mecanică a şisturilor bituminoase de la Anina*, nr. 9, p. 423.

Mecanizare şi automatizare

Bălan, M. *Asupra condiţiilor de producere a pompajului şi sisteme antipompaj la compresoare centrifugale pentru gaze naturale*, nr. 6, p. 293.

Bătăcui, C. și Căprioru, D. *Cercetări privind perfecționarea și modernizarea susținerilor mecanizate din abatajele cu front lung din minele Combinatului minier Oltenia*, nr. 7, p. 316.
Gâf-Deac, I. *Tehnica mutării complexelor mecanizate de abataj în felii sau panouri noi pentru exploatare*, nr. 5, p. 217.
Gâf-Deac, I. *Criterii de bază în avansarea pe direcție a complexelor mecanizate de abataj*, nr. 9, p. 430.
Gâf-Deac, I. *Avansarea abatajelor frontale cu complexe mecanizate la schimbarea direcției stratului*, nr. 11, p. 519
Iliaș, N., Surulescu, D., Bogdan, Al., Batizan-Bogdan Mihaela și Cărăguț, S. *Metodologie de determinare a stării de maximă solicitare la susținerile mecanizate cu element îngrăditor aplicat direct la talpă*, nr. 7, p. 313.
Jijie, P. *Principii de alegere a tipului constructiv-funcțional de complexe mecanizate de abataj pentru exploatarea lignitului*, nr. 4, nr. 170.
Mataca, E., Coculescu, M. și Jijie, P. *Complexe mecanizate de abataj din generația a IV-a în bazinul minier al Olteniei*, nr. 6, p. 275.
Mănăstireanu, M., Mican, N. și Flora, C. *Instalație hidraulică de despicat blocuri supragabaritice*, nr. 5, p. 227.
Micu, E. *Economisirea energiei electrice la acționarea compresoarelor prin introducerea extracției statice cu tiristoare la motorul sincron*, nr. 9, p. 447.
Păsărin, C. *Considerații privind creșterea gradului de folosire a utilajelor din carierele de lignit din Oltenia*, nr. 3, p. 115.
Stochițoiu, A., Visalon, D. și Giurgiulescu, B. *Considerații privind determinarea forței de tăiere la excavatoarele cu roată cu cupe din exploatările de lignit la zi*, nr. 6, p. 283.
Stochițoiu, A. și Giurgiulescu, B. *Stabilirea bilanțului electric real la o carieră de lignit*, nr. 10, p. 473.
Velicea, O., Fodor, I. și Moisin, I. *Realizări și tendințe în concepția arzătoarelor și instalațiilor de ardere industriale*, nr. 1—2, p. 64.

Probleme de tehnica securității muncii și igienă în industria extractivă

Bratu, M., Simijdean., I., Tarșa, V. și Duma I. *Model matematic pentru evaluarea efectelor testării psihologice a personalului muncitor din industria minieră*, nr. 3, p. 137.
Constantinescu, I. și Darabont, Al. *Dispozitive antivibratorii din poliuretan dur utilizate la mașini minere*, nr. 4, p. 183.
Laşcu, V., Komodi, E. și Zain, N. *Instalație de semnalizare pe puțuri în care există scurgeri de hidrocarburi*, nr. 3, p. 143.
Matei, I., Băltăreţu Florica și Jurca, L. *Încălzirea aerului pe căile principale de intrare în subteran la minele din zonele cu temperaturi scăzute*, nr. 4, p. 200.
Mereț, N. și Pece, St. *Un nou tip de cască de protecție pentru gaz metan*, nr. 11, p. 539
Szanto, C. *Miner elastic-mijloc eficient de reducere a parametrilor vibrațiilor provocate de ciocanul perforator în minerit*, nr. 5, p. 241.

Conducerea și organizarea activității în industria extractivă

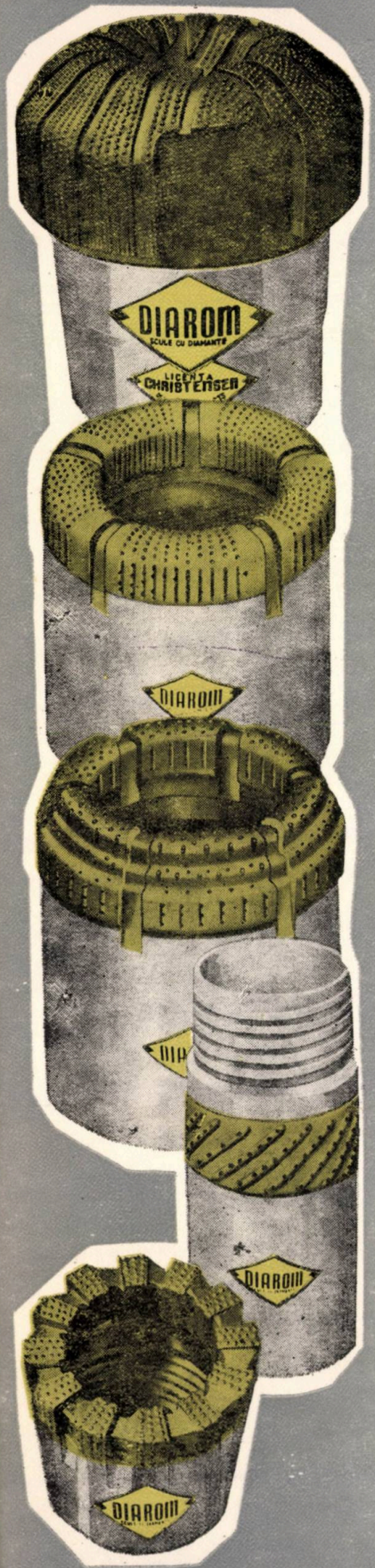
Dobrinoiu, Gh. *Posibilități de aplicare a teoriei utilității în luarea deciziilor în condițiile minelor din Oltenia*, nr. 3, p. 123.
Hutira, T., Keisz, R. și Barcsi, L. *Influența creșterii nivelului mecanizării asupra structurii formațiilor de muncă în exploatarea minereurilor neferoase*, nr. 11, p. 543
Popescu Rodica *Considerații privind raționalizarea consumului de energie electrică la unitățile miniere din bazinul Olteniei*, nr. 6, p. 279.

Informații și știri din industria extractivă

Benea, St. *Un nou echipament pentru susținerea ancorată*, nr. 9, p. 457.
Bologa, V. *Sesiune de comunicări științifice: Geologie și resurse minerale în județul Maramureș, Baia Mare, 14—16 aprilie* 1981, nr. 8, p. 405.
Brâncuș, A. Teză de doctorat **Bogdan T. Aurel**, *Studiul interdependenței factorilor care determină calitatea proceselor de separare magnetică și flotație selectivă a feldspatului de la Muntele Rece în vederea optimizării fluxului tehnologic*, nr. 4, p. 212.
Covaci, St. *A 48-a sesiune a Comitetului internațional pentru organizarea congreselor miniere mondiale*, nr. 10, p. 502.
Dima, N. Teza de doctorat **Pădure Ioniță**, *Contribuții la stabilirea sistemelor de referință și proiecție din bazinele miniere și corelarea lor cu sistemele de proiecție utilizate pentru întocmirea planului de bază al țării*, nr. 1—2, p. 87.
Milcoveanu, D. *Al XI-lea Simpozion de fizica pământului și geofizică aplicată București*, 22—24 dec. 1980, nr. 3, p. 155.
Schweighoffer, R. *Rocile ornamentale în actualitate*, nr. 1—2, p. 84
Vrânceanu Elena *Tehnici și tehnologii noi în exploatarea zăcămintelor de substanțe minerale utile. Petroșani, 12—13 dec. 1980*, nr. 3, p. 154.
Vrânceanu Elena *Orientări și tendințe actuale în extragerea lignitului, Craiova, 12—13 dec. 1980*, nr. 3, p. 155.

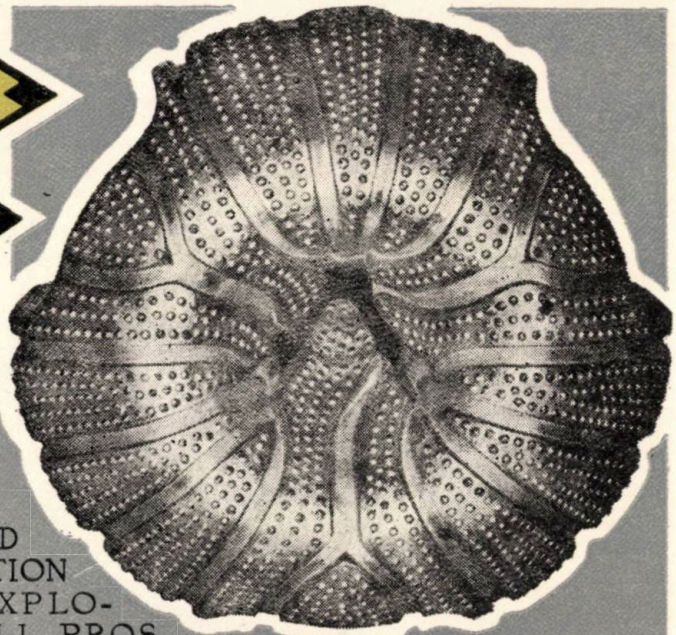
Recenzii

Georgescu, M. **Fodor, D.** *Exploatări miniere la zi*, nr. 1—2, p. 81.
Leţu, N. **Popa, A.** *Exploatări miniere*, nr. 4, p. 210.
* * * **Mataca, E.** *Săparea cu combina și mecanizarea susținerii galeriilor de mină*, nr. 7, p. 355.
Popescu. G. F. *Buletinul științific al Festivalului Național „Cîntarea României"*, nr. 5, p. 256.
Vrânceanu Elena **Costache, Gh.** *Îndrumător pentru forajul geologic și hidrogeologic*, nr. 6, 306.
Vrânceanu Elena **Golcea, N.** *Cartea operatorului de la preparea substanțelor minerale utile*, nr. 6, p. 306.
Vrânceanu Elena **Teodorescu, C., Gontean Zoe și Neag, I.** *Aeraj minier*, nr. 6, p. 306.
Vrânceanu Elena **Mărculeţiu, V. T., Stoica Ligia și Constantinescu Irina** *Aplicații de calcul în chimia generală și anorganică*, nr. 7, p. 355.
Vrânceanu Elena **Jeseu, I.** *Extracția lignitului prin exploatări la zi în România*, nr. 12, p. 616
Vrânceanu Elena **Stoica, C. și Gherasie, I.** *Starea și sărurile de potasiu și magneziu din România*, nr. 12, p. 616



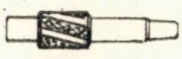
COMPANY FOR SPECIAL DRILLING AND GEOLOGICAL WORKS

DIAROM
SCULE CU DIAMANTE
LICENTA
CHRISTENSEN
DIAMOND PRODUCTS



DIAMOND TOOLS MANUFACTURING FOR MINING INDUSTRY AND INVESTIGATION THROUGH EXPLORATION WELL, PROSPECTING DRILLING AND OFF-SHORE PLATFORMS

Diamond bits and rockdrill crowns



Diamond and carbide-tipped stabilizers

DIAROM
SCULE CU DIAMANTE

Various tools for special works

Technical assistance in solving procurement and use of diamond tools

USING DIAROM'S DIAMOND TOOLS YOU CAN SAVE MONEY AND TIME IN WORKING RAW MATERIALS OF MINERAL

A TRADEMARK WHICH MEANS QUALITY, EFFICIENCY AND READINESS

Adress :

DIAROM - Str. Caransebeș nr. 1, Sectorul 6
BUCUREȘTI - ROMANIA
Teleph.: 65.70.10

DIAROM
SCULE CU DIAMANTE
LICENTA
CHRISTENSEN
DIAMOND PRODUCTS

1982 FEB 6

Full services for mining projects
Geological surveys
Feasibility studies
Design
and construction
Procurement
JOINT VENTURES
GEOMIN
Calea Victoriei 109
BUCURESTI
Tel 145501 telex 011242
ROMANIA